



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

曾侯乙编钟

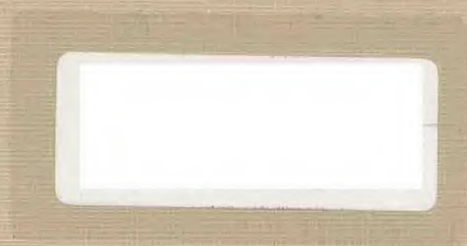
邹衡 谭维四 主编

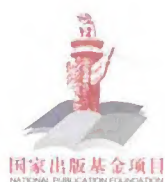
下册



西苑出版社
XIYUAN PUBLISHING HOUSE

金城出版社
GOLD WALL PRESS





湖北省博物馆音乐考古系列

曾侯乙编钟

曾侯乙编钟
下册

邹衡 谭维四 主编

金城出版社
GOLD WALL PRESS

西苑出版社
XI YUAN PUBLISHING HOUSE

总 目 录

上 册

前 言 / i

导 论 公元前 5 世纪的音乐 / 1

第一章 公元前 5 世纪的世界音乐 / 3

第二章 公元前 5 世纪的中国礼乐 / 9

史籍篇 考古与文献互证的曾国历史 / 15

第一章 曾随之谜 / 17

第三章 历代曾侯 / 37

第二章 汉东大国 / 25

第四章 曾（随）楚关系 / 43

发现篇 曾侯乙墓的发现及发掘 / 47

第一章 擂鼓墩的惊人发现 / 49

第三章 曾侯乙墓概况 / 81

第二章 随州擂鼓墩古墓群 / 69

乐宫篇 曾侯乙墓出土乐器 / 113

第一章 曾侯乙编钟 / 115

第三章 弹拨乐器 / 187

第二章 其他打击乐器 / 161

第四章 吹奏乐器 / 199

铭文篇 曾侯乙钟磬铭文及考释 / 211

第一章 曾侯乙编钟铭文的综合考察 / 213

第四章 曾侯乙编钟、编磬铭文考释 / 337

第二章 曾侯乙编钟铭文中的乐律理论 / 221

第五章 曾侯乙编钟铭文音、形概述 / 343

第三章 曾侯乙编钟、编磬铭文释文 / 229

下 册

声学篇 曾侯乙编钟乐音检测及声学原理 / 353

第一章 乐音检测 / 355

第二章 奇妙双音 / 365

第三章 双音音列 / 369

第四章 双音原理 / 375

乐律篇 曾侯乙编钟的乐律学成就 / 397

第一章 乐器中有组织的音高关系 / 399

第二章 古琴的音域与音列 / 403

第三章 均钟调律与钟铭的关系 / 409

第四章 曾侯乙编钟的音列 / 415

第五章 曾侯乙编钟乐律理论与古希腊音乐理论 / 419

第六章 曾侯乙编钟的宫调理论 / 425

钟乐篇 曾侯乙编钟与先秦钟乐 / 429

第一章 乐钟溯源 / 431

第二章 乐钟的演变与发展 / 439

第三章 钟乐兴衰 / 453

第四章 曾侯乙编钟与礼乐艺术 / 465

第五章 曾侯乙编钟的演奏艺术 / 475

第六章 重建曾侯乙编钟的音乐 / 483

纹饰篇 曾侯乙编钟的装饰 / 519

第一章 钟架的装饰 / 521

第二章 钟体的装饰 / 529

第三章 纹饰造型 / 557

书法篇 曾侯乙编钟铭文的书法艺术 / 583

第一章 先秦书法艺术 / 585

第二章 曾侯乙墓编钟铭文的书法艺术 / 587

第三章 曾侯乙钟铭在花体字中的历史地位 / 597

铸造篇 曾侯乙编钟的铸造技术 / 603

第一章 铜料来源 / 605

第二章 合金配制 / 623

第三章 编钟的铸造方法和铸型构成 / 631

第四章 铸型焙烧、熔铸、清整和热处理 / 647

第五章 调音 / 653

余 论 公元前5世纪的辉煌 / 657

曾侯乙编钟的历史学意义 / 659

曾侯乙编钟的考古学意义 / 669

曾侯乙编钟的文化属性分析 / 681

后 记 / 701

图 版

大型长枚甬钟·钟体 / 3

大型长枚甬钟·舞部 / 15

大型长枚甬钟·钟腔 / 18

大型长枚甬钟·甬部 / 25

大型长枚甬钟·衡部 / 32

大型长枚甬钟·旋部 / 33

大型长枚甬钟·斡部 / 36

大型长枚甬钟·旋舞之间 / 45

大型长枚甬钟·钟枚 / 48

大型长枚甬钟·枚间纹饰 / 54

大型长枚甬钟·篆带纹饰 / 57

大型长枚甬钟·鼓部纹饰 / 60

大型长枚甬钟·挂钟构件 / 72

铸钟 / 81

短枚甬钟·钟体 / 91

短枚甬钟·舞部 / 102

短枚甬钟·钟腔 / 103

短枚甬钟·甬部 / 107

短枚甬钟·斡部 / 110

短枚甬钟·钟枚及篆带 / 112

短枚甬钟·鼓部纹饰 / 115

无枚甬钟·钟体 / 123

无枚甬钟·舞部 / 135

曾侯乙编钟在世界乐器史上的地位 / 689

曾侯乙编钟在科技上的贡献 / 697

无枚甬钟·钟腔 / 137

无枚甬钟·衡部及甬部 / 141

无枚甬钟·斡部及旋部 / 142

无枚甬钟·篆带 / 145

无枚甬钟·钲部 / 146

无枚甬钟·鼓部纹饰 / 152

长枚甬钟·钟体 / 161

长枚甬钟·舞部及衡部 / 171

长枚甬钟·钟腔 / 173

长枚甬钟·甬部 / 176

长枚甬钟·斡部及旋部 / 177

长枚甬钟·枚及篆带 / 179

钮钟·钟体 / 191

钮钟·舞部 / 210

钮钟·钟腔 / 212

钮钟·钮部 / 218

钮钟·鼓部 / 221

钟架·下层铜人柱 / 222

钟架·中层铜人柱 / 230

钟架·铜圆柱 / 236

钟架·下层铜套 / 237

钟架·中层铜套 / 244

附 录

曾侯乙编钟大事记 / 3

参考文献 / 13

历年研究著述目录 / 21

图片目录 / 53

主题索引 / 79

人名索引 / 89

古籍文献索引 / 95

墓葬遗址索引 / 99

器物索引 / 103

本册目录

声学篇 曾侯乙编钟乐音检测及声学原理 / 353

第一章 乐音检测 / 355

第一节 检测技术 / 355

第二节 音响实测 / 359

第二章 奇妙双音 / 365

第三章 双音音列 / 369

第四章 双音原理 / 375

第一节 钟的乐器属性 / 375

第二节 钟声之源 / 376

第三节 编钟的乐音性质 / 378

第四节 圆钟的结构与特性 / 380

第五节 扁钟的巧妙构思 / 385

第六节 古代铸钟师的思索 / 391

乐律篇 曾侯乙编钟的乐律学成就 / 397

第一章 乐器中有组织的音高关系 / 399

第二章 古琴的音域与音列 / 403

第三章 均钟调律与钟铭的关系 / 409

第一节 均钟的基本特征 / 409

第二节 节点、徽位与“颀一曾”关系 / 410

第三节 “颀一曾”关系与“半音音列” / 413

第四章 曾侯乙编钟的音列 / 415

第五章 曾侯乙编钟乐律理论与古希腊音乐理论 / 419

第一节 古希腊的五度相生律与曾侯乙编钟的律制 / 419

第二节 古希腊的“大完全系统”与曾侯乙编钟的“八度分组” / 421

第六章 曾侯乙编钟的宫调理论 / 425

钟乐篇 曾侯乙编钟与先秦钟乐 / 429

第一章 乐钟溯源 / 431

第一节 古籍中有关乐钟创制的记载 / 431

第二节 考古出土的早期铃 / 432

第三节 铃与钟的渊源 / 434

第四节 对钟、铃起源的探究 / 436

第二章 乐钟的演变与发展 / 439

第一节 庸（铎） / 441

第二节 甬钟 / 443

第三节 搏 / 444

第四节 铎 / 447

第五节 钮钟 / 448

第六节 钲 / 449

第七节 句鑃 / 450

第八节 其他类型 / 451

第三章 钟乐兴衰 / 453

第一节 钟乐的辉煌时代 / 453

第二节 钟乐的衰落和失传 / 456

第三节 钟乐的恢复 / 458

第四章 曾侯乙编钟与礼乐艺术 / 465

第一节 龙凤相随的专职乐伶 / 465

第二节 燕乐与周代的房中乐 / 468

第三节 礼乐制度的艺术呈现 / 471

第五章 曾侯乙编钟的演奏艺术 / 475

第一节 曾侯乙编钟的表现力 / 475

第二节 曾侯乙编钟的演奏法 / 477

第六章 重建曾侯乙编钟的音乐 / 483

第一节 演奏法的复原和探索 / 483

第二节 乐器组合的乐队意识 / 488

第三节 丰富多彩的艺术呈现 / 490

附：编钟音乐乐谱六首 / 498

纹饰篇 曾侯乙编钟的装饰 / 519

第一章 钟架的装饰 / 521

第二章 钟工艺匠：钟体的装饰 / 529

第一节 铸钟与钮钟的装饰 / 530

第二节 大型长枚甬钟 / 538

第三节 短枚甬钟 / 544

第四节 无枚甬钟 / 549

第五节 长枚甬钟 / 553

第三章 纹饰造型 / 557

第一节 龙纹 / 558

第二节 其他类型纹饰 / 569

第三节 纹样的构成及其组合 / 578

书法篇 曾侯乙编钟铭文的书法艺术 / 583

第一章 先秦书法艺术 / 585

第二章 曾侯乙墓编钟铭文的书法艺术 / 587

第一节 点画用笔 / 588

第二节 结体取势 / 590

第三节 章法器物 两相和谐 / 595

第三章 曾侯乙钟铭在花体字中的历史地位 / 597

铸造篇 曾侯乙编钟的铸造技术 / 603

第一章 铜料来源 / 605

第一节 江南铜矿的早期开发 / 605

第二节 楚控铜矿及其开采 / 610

第三节 铜矿石的冶炼 / 617

第二章 合金配制 / 623

第一节 钟铸之齐 / 623

第二节 编钟合金成分和金属组织的分析检测 / 625

第三节 编钟的最佳合金配比 / 628

第三章 编钟的铸造方法和铸型构成 / 631

第一节 上层钮钟的造型工艺 / 631

第二节 中层甬钟铸型的构成 / 633

第三节 下层甬钟的铸造 / 641

第四节 簠簋结构及铜构铸作 / 644

第四章 铸型焙烧、熔铸、清整和热处理 / 647

第一节 铸型焙烧和熔化浇注 / 647

第二节 铸后清整和热处理 / 650

第三节 错金 / 651

第五章 调音 / 653

第一节 编钟的调音方法 / 653

第二节 编钟调音的理论依据及其实践 / 655

余 论 公元前5世纪的辉煌 / 657

曾侯乙编钟的历史学意义 / 659

曾侯乙编钟的考古学意义 / 669

曾侯乙编钟的文化属性分析 / 681

曾侯乙编钟在世界乐器史上的地位 / 689

曾侯乙编钟在科技上的贡献 / 697

附：曾侯乙编钟大事记 / 701

后 记 / 701



声学篇

曾侯乙编钟乐音检测及声学原理



第一章 乐音检测

第一节 检测技术

一、编钟检测的困难

衡量青铜编钟乐钟的价值，其铸造质量和外观精美程度等因素固然十分重要，但更为重要的，还是其音乐性能的优劣，因为对所有乐器而言，音乐性能才是其灵魂所在。在中国音乐发展史上，有不少编钟外观华丽，但音乐性能很差。譬如清代宫廷就有一些华而不实的钟类乐器，虽然表面金碧辉煌，但多数不合音律，根本无法演奏音乐。

历史上出现不合音律的编钟原因很多，其中一个主要因素是铸钟者主观听觉能力的局限性。古代铸钟调律，历来“以耳齐其声”，即凭借主观听觉来检测编钟的音乐性能。虽然当时人们也使用均钟一类的定律工具，但这些工具只能起到相对音高发声器的作用，并不能直接用于编钟音高的检测。一套编钟的制造、调试是一个极为复杂的过程，参与者众多，周期较长；更何况编钟的音乐性能也并不仅仅体现在音高一个属性上，音质、音强、音长等因素都与编钟音乐性能紧密相关。因此，对古代钟匠听觉的要求是全方位的，不仅在音高、音准上有准确的判断力和记忆力，对编钟的音质、音量和音长方面也必须具备敏锐、均衡的感觉。只有如此，方能造出真正的“乐钟”。毫无疑问，这种要求无论对古人还是今人来说都是苛刻的。

尽管可以确信古代为钟律者耳音极佳，但不同钟匠之间必然会存在生理上的差异，再加上对编钟音质审美追求的不同，不同钟匠、不同时代铸造的编钟在音响上自然不尽一致。这种差异是由人的主观感知能力所引起的，是先天的、无法克服的。正是由于这个因素的存在，即使是钟类乐器中的精品——曾侯乙编钟，在音准、音质、音量等方面也存在着不一致。

在科学技术高度发达的今天，人们已经找到了解决上述问题的有效办法，那就是引入客观的音乐声学检测手段，用以弥补主观听觉的不足。利用仪器进行客观检测的最大优点是检测结果比较精确，譬如在音高测量方面，目前一般仪器的精度已经达到 ± 1 音分的水平。在人耳不太敏感的音强感知方面，利用仪器则可以精确检测出各种乐器发声音量的大小。另外，通过仪器对乐器进行频谱分析，还可以帮助人们发现影响乐器音质（音色）的泛音成分，对改良音质起到客观的参照作用。客观检测虽然精准，但终究无法代替主观检测，只有主观感觉才能对乐器总体音乐性能，从音质到演奏手感做出综合评价。对双音编钟音乐性能的检测，也需要主、客观双管齐下才能最终完成。

二、双音钟的检测项目

一般而言，双音钟的音乐性能可以通过以下检测项目来体现：

1. 音准

指乐器所发音高与规定音高标准之间的准确性。这一指标主要针对那些固定音高的乐器，如管乐器、键盘乐器和有音高的打击乐器（编钟即属此类）等。对双音钟而言，音准是最基本，也是最重要的一个指标。如果定音不准，就等于断送了编钟的艺术“生命”。

2. 音质

指声音的品质，也称“音色”。这也是关乎乐器音乐价值的重要指标。一般情况下，人们对双音钟音质总的要求是声音纯正、清晰，没有杂音。对曾侯乙编钟这样的大套编钟来说，由于包含了低音、中音和高音三种不同的钟型，因而对音质的要求也不尽相同。一般低音钟音质要求浑厚、饱满，中音钟要求圆润、饱满，高音钟要求圆润、清晰。

3. 音量

指乐器在一般演奏力度情况下发声的大小。像编钟这种打击乐器，主要要考察其整体音量的均衡性，即各编钟之间的音量是否统一。

4. 音长

指乐器发声之后其自然延续时间的长短。一般而言，管弦乐器的音长是由演奏者控制，故不存在这个问题。这一指标主要针对敲击类且无止音装置的乐器，编钟即在其列。

5. 音域

指乐器所能发出的全部乐音的区间，通常用其

最低音和最高音的音名来表示，譬如钢琴的音域记为 $A_2 \sim c^5$ 。^[1] 需要注意的一点是，音域又有“全音域”“有效音域”和“常用音域”之别。“全音域”是指乐器所能发出的最高和最低音构成的区间。“有效音域”是指“全音域”区间中，能够按半音阶顺序发出乐音的区间。譬如，曾侯乙编钟的全音域是从最低音 C 至最高音 d^4 ，超过 5 个八度，但中间缺少一些半音，其有效音域实际上不足 5 个八度。“常用音域”指在音乐演出中经常使用的音域，通常是音准、音质最好的音区。

6. 灵敏度

指乐器从被激发到发出声音的过程。一般情况下，演奏者都喜欢灵敏度高、反应快的乐器。编钟也如此，发声越灵敏，音乐性能越好。编钟发声的灵敏度与铸钟材料的合金配比以及锉磨技术有很大关系。

7. 正、侧鼓音隔离度

这是专门为双音钟设立的检测项目，用于检测双音钟正、侧鼓音之间相互干扰的程度。因为双音钟是在单个钟体上发出两个乐音，从振动原理和加工技术角度讲，双音钟的两个乐音不可能像单音圆钟那样截然分开。如果铸造精良，调音到位，双音钟的两个乐音尚能做到相对独立、互不干扰；如若铸造和调音不当，这些编钟无论怎样敲击，都会出现“双音共存”的现象。严重者两个乐音会互相纠缠、无法分开。韩宝强于 1999 年提出“双音钟正、侧鼓音隔离度”概念（简称“隔离度”），并给出了具体检测方法和量值，目前已经列为造钟厂家的常规检测项目^[2]。

三、双音钟的检测方法和量值规定

1999 年以前，中国造钟行业基本上沿袭古人纯主观听辨的检测之法。1999 年中国政府为迎接 21 世纪的到来，决定铸造一套由 108 件编钟组成的“中华和钟”。为保证编钟的音响质量，有关方面决定制订一套编钟音乐性能检测方案^[3]，专用于和钟的验收工作。考虑到“中华和钟”是自古以来所见最大编钟乐器，在

钟型和音乐音响上具有“包容古今”的性质，故在此以中华和钟的检测标准和量值作实例，来具体说明以曾侯乙编钟为代表的中国古代双音钟的检测方法和量值的规定^[4]。

在科学技术已经比较发达的今天，编钟的检测应当尽可能发挥客观检测的作用，以保证检测结果的客

[1] 韩宝强：《双音编钟音乐性能之检测》，《乐器》，2002年第7期。

[2] 本书对乐音的音高采用了两种标记法。涉及乐音的音乐属性时使用音乐标记法，涉及乐音的物理属性时使用物理标记法。

[3] 该钟现存放在北京市劳动人民文化宫内。

[4] 参与制定检测方案的有崔宪、王子初、陈本智和韩宝强等人。

观性和公正性。譬如，在音准、音域、音量、音长和隔离度等项目上，测量仪器可以准确、快速地给出被测编钟音响性能的具体量值，根据这些数据来校验编钟，可以确保编钟音准的客观性和整体音响效果的统一性。但是在客观手段不能充分发挥作用的检测项目上，则应当以主观听辨结果为基础，辅以客观检测。譬如在音质检测项目上，由于尚无成熟的客观检测理论和技术手段，故应当以音乐专业人员的主观听辨为基础，辅以客观检测手段（如频谱、波形测量等）。如果出现专业人员感觉不一致的情况，则应以多数专业人员的感觉作为最后判定标准^[1]。

以下是具体测量方法和量值规定：

1. 音准检测

检测方法：以基音高度为主要检测对象。考虑到低音钟存在基音与主观音高常常不一致的问题^[2]，为突出双音编钟的音乐性，在检测铸钟音准时，首先由专业人员判断其主观音高，如果主观音高与基音在听感上基本趋同，就视为合格；如果二者在听感上相差较多且难于修正，则以基音的高度作为最后判定标准。

量值规定：以中华和钟为例，以十二平均律为立律基础，以 $A_4 = 442\text{Hz}$ 为标准音高基准，音准允差值高音钮钟为 ± 3 音分，中音甬钟 ± 5 音分，低音铸钟为 ± 8 音分。

古代造钟尚无十二平均律和国际标准音高概念，故出土编钟的音高标准历代不同。然而今日造钟是为今人所用，故必须考虑与国际音高标准“接轨”，否则无法与其他乐器进行合奏。

在编钟的音准允差值方面，仍以中华和钟为例，音乐监理小组最初制定音准为：上层钮钟为 ± 4 音分，中层甬钟 ± 8 音分，下层铸钟为 ± 24 音分。之所以将标准定得较低，一是考虑到调钟的难度，二是考虑到人耳在音准听觉上的宽容度^[3]。

2. 音质检测

检测方法：以监理小组人员主观听感为主，辅之以客观频谱分析测量。

量值规定：编钟音质检测以主观听感无杂音、声音纯正、稳定为准。不同音区的编钟之间音色过渡自

然。高音钮钟音色清亮、圆润；中音甬钟音色圆润、清晰；低音铸钟（甬钟）音色浑厚、饱满。

在人对乐音的四种感知属性（音高、音强、音色、音长）中，音质（音色）是最模糊的。目前人们对音色物理成因细节的了解还没有达到像音高、音强和音长的程度，频谱只是已知的较为重要的相关物理量，但还不能作为对音色评判的客观依据。因而此项检测仍以主观感知作为主要评价手段。

3. 音量检测

检测方法：在距钟体下沿水平方向 1 米处设置话筒，以适当力度敲击各钟，以测得分贝^[4]值为基本依据，辅之以主观听感。

量值规定：依高、中、低音区采用相应的音量标准，高音钮钟和中音甬钟音量区间同为 $25\text{dB} \sim 50\text{dB}$ （A 计权，下同），低音铸钟为 $35\text{dB} \sim 55\text{dB}$ 。每个音区内音量应尽量统一；因为每个编钟的音量会随钟体大小而变化，加之人耳对音量的感觉比较迟钝，故将音量的取值范围定在一个比较宽泛的区间内，以使检测工作具有可操作性。

4. 音长（延时）检测

检测方法：在对双音编钟钟音长（延时）的检测上，“音长”定义为“声音由起始时的音量下降 30dB 所经历的时程”。该项检测以仪器客观检测为主，辅之以主观听感。

量值规定：依高、中、低音区采用不同的标准，高音钮钟的自然延时不超过 2 秒，中音甬钟的自然延时最长不应超过 5 秒；低音铸钟的自然延时不应超过 10 秒。

编钟的延时太长会使钟声混杂（就像钢琴一直踩着踏板演奏一样），故本检测方案对最长延时作了规定。后来发现，有些编钟延时过短，声音缺乏余韵，同样也是一种缺陷。但延时下限的设置问题必须谨慎对待，在没有取得足够听觉心理实验数据之前尚无法做出规定。

5. 音域检测

检测方法：用仪器测量编钟的最低和最高音的音高值。

量值规定：按照编钟实际设计的音域而定。

[1] 主观听辨人员数量不得少于 3 名，如条件允许，以 5～9 名为宜。

[2] 低音钟一般指振动频率在 100Hz （约为大字组 G）以下的编钟。由于人耳听觉对低音区的音高反应极不敏感，因而往往借助泛音来判定基音的音高。但编钟是板振动类乐器，不像弦乐器或管乐器那样具有天然的谐音列，因此在一般情况下，钟的泛音与其基音不构成八度、纯五度等简单和谐音程的关系，此时低音钟听起来会有几个音高。优秀的调钟大师可以把原本与基频构成不谐和关系的泛音加以调整，使之能够与基音相谐，从而突出低音钟基音的音高。

[3] 听觉试验表明，音乐进行中间，多数音乐家的同一性音准感具有 $10 \sim +10$ 音分的宽容性；和声性音准感具有 $-38 \sim +14$ 音分的宽容性。详见韩宝强：《音乐家的音准感——与律学有关的听觉心理研究》，《中国音乐学》，1992 年，第 3 期。

[4] 分贝是表示声压级大小的单位，它是将被测声压值（ p ）与基准声压（ p_0 ）之比的常用对数乘以 20，即： $20\lg p/p_0$ ，用字母 dB 来表示。按此公式，若声压增加一倍，声压级只增加 6 分贝，依此类推。

音域检测要注意“全音域”与“有效音域”的区别（见本节“双音钟的检测项目”中的相关解释）。

6. 灵敏度检测

检测方法：利用仪器测量编钟发声的瞬态过程中，自起振点至第一峰值的斜率。

量值规定：依照钟型大小和斜率大小给出比较性评价，相同的钟型，斜率越大、灵敏度越高。

目前，双音编钟的检测项目中尚未包含灵敏度检测，但所有乐器都存在发声的灵敏与迟钝的问题，编钟也不例外。如何用客观手段体现乐器发声的灵敏度，目前还处于探索阶段，韩宝强在从事“乐器声音品质检测系统”课题研究中，首先提出了利用检测乐器振动发声的起振点至第一峰值斜率的方法来考察乐器灵敏度，目前，利用该理论研制的乐器声音品质检测系

统已经在江苏凤灵乐器集团使用，其检测效果还有待实践验证。

7. 正、侧鼓音隔离度检测

检测方法：分别敲击双音钟的正、侧鼓部，利用仪器测量敲击音与伴随音之间的分贝值差。以客观检测为基本依据，辅之以主观听感。

量值规定：双音编钟以敲击音与伴生音之间的音量差值为依据，差值在 10dB 以内为不合格，10dB ~ 20dB 之间为合格，20dB ~ 30dB 之间为良，差值在 30dB 以上为优。

隔离度检测标准的运用，使双音钟正侧鼓音清晰度的检测实现了数值化和规范化，目前，正侧鼓音隔离度检测已经成为国内一些制钟厂家例行的检测程序^[1]。

四、双音钟检测工具之探讨

就目前情况来讲，在编钟声音检测方面，国内外经常使用以下仪器：

1. 电子校音仪（Electronic tuner）

该仪器可以测量乐音的高度。其优点是可以音分值的形式显示音高数据，且体积小，使用起来简便易行，适合音乐界人士使用，目前广泛用于各种乐器的调音和校音。但对于双音编钟的测量来说，这种仪器的缺陷在于无法显示钟的泛音，也不能将测量结果加以保存和输出。此外，对于快速的音高变化，这种仪器也无法捕捉。

2. 频率计（Frequency counter）

该仪器可以精确测量单频音的频率，但不能测量复合音，而且也无法标示音高的音分值，对乐器测量来说具有较大的局限性，因此很少用于乐器调音和测量，当然也不能用于编钟检测。

3. 声级计（Sound-level meter）

该仪器可以测量乐器的声压，给出分贝值。常用于测量乐器音量的大小。但由于不能给出乐音的音高数值，因此仅适合在不需要音高数据的特殊场合下使用。

4. 频谱分析仪（Spectrum analyzer）

该仪器在音乐声学研究中最常使用。尤其是实时的频谱分析仪不仅可以快速测量声音的波形、频率、

相位、声压和功率谱等参量，还可以对测量结果进行存储和打印输出，精度高，功能强大。然而对音乐测量来说，该仪器也存在缺陷：一是不能给出音乐参量，因为这种仪器毕竟不是专为音乐研究或乐器制造业而设计；二是使用成本较高，仅仪器本身就价格不菲，使用成本亦不低廉；三是体积相对较大，不适于流动作业。

上述测量仪器因都不是专为编钟检测而设计，故将其用于编钟音乐性能的检测时，难免有不便之处。1999 年，为完成中华和钟音乐性能检测任务，研制小组开发出了一套“通用编钟测量系统”，一方面确保了中华和钟音乐性能达标，同时也为所有双音编钟解决了寻找合适检测仪器的的问题。下面简单介绍一下该系统的有关情况。

《通用编钟测量系统》开发设计的要点如下：

1. 测量系统要适用于测量中国编钟音响性能，重点要解决正、侧鼓音隔离度的测量，要在一个测量画面中直观显示出隔离度值，以提高测量效率。

2. 测量系统要适合于音乐工作者使用，重点解决频率值与音分值的转换问题，并能给出所测音高的音响回应。显示界面要尽量适合于音乐工作者和乐器制造人士，操作技术要简单易学。

3. 要适合在流动工作环境中使用，重点解决仪

[1] 目前运用该检测项目的有苏州华声乐器制造股份有限公司、武汉机械工艺研究所和武汉精密铸造股份有限公司等。

器小型化、便于携带等问题，并能够在没有电源或电源状况不佳的环境下进行测量。

4. 使用成本低，使用成本主要包括耗材成本和维护成本，重点要解决耗材的通用性问题和系统的耐用性问题。

整套《通用编钟测量系统》由笔记本计算机、标准声卡、标准测量话筒和测量软件组成。

测量软件在 Microsoft 的 Visual C (7.0 版) 编程环境下开发而成，整个软件由以下四个模块构成：

- (1) 声音波形采样模块
- (2) FFT (快速傅利叶转换) 模块
- (3) 声音分析模块
- (4) 标准音发声模块

声音波形采样模块利用声卡作为声音采样接口，将模拟信号转换为数字信息。该模块可适用于多种不同型号的声卡设备。

FFT 转换模块的功能是采用 Arbitrary FFT 将采样得到的波形信号转换为频域信号。考虑到音乐音响的变化性，系统对信号长度的规定为可以不为 2 的整数次方幂。

分析模块是软件的核心，其功能是对 FFT 转换后的频域信号进行带有音乐含义的分析。测量者可利用鼠标操作，在鼠标划定的频谱区域内找到峰值，并给

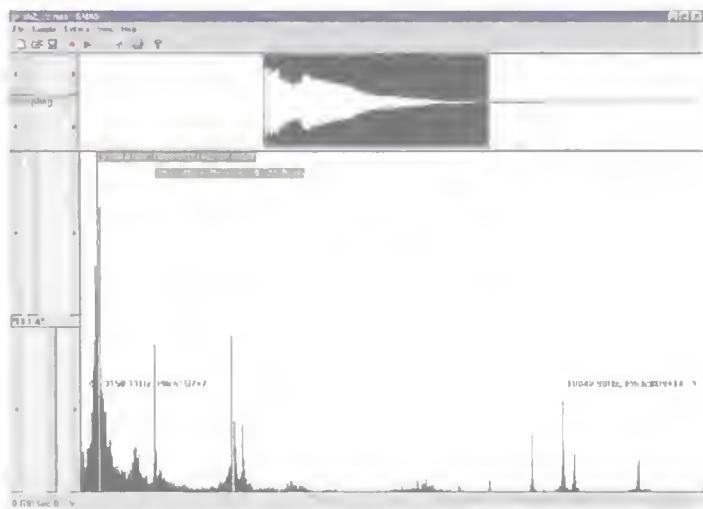


图 6-1 《通用编钟测量系统》检测画面

出峰值所处位置的音高名称、音分值和音强值，并给出相应频率的正弦波音响，以方便检测人员的听觉对照。系统允许同时显示多段频谱，便于对正侧鼓音同时进行比较研究，每段频谱中又可以显示 5 个峰值数据，对编钟泛音研究非常直观、有效。（见图 6-1）标准音发声模块的功能是产生各种符合音乐要求的标准音音响，以方便音乐工作者和乐器制造者调音时进行对照。此外，测量软件还具有数据保存、读取和打印输出等功能。

《通用编钟测量系统》于 1999 年 7 月正式投入使用后，经有关铸钟单位实地使用，证明系统达到设计目标，能够满足各种编钟音乐性能检测的要求。

第二节 音响实测

曾侯乙编钟的音响实测，受当时条件的局限，主要是测取钟的音高。

钟的美妙之音发自钲部和鼓部构成的共振腔。钲部因为钟体固定端（即舞部）的约束，振动时便受到一定的抑制。鼓部下端是钟口，振动时较为自由，它是钟体发音的主要振动部位。

甬钟侧悬，钟体有一定的倾斜度，有斡面在上，易于击奏。加之所有中层甬钟的标音铭文也在有斡面，可知甬钟的敲击部位应在此面。

钮钟正悬，无倾斜度，以有标音铭文的一面（钮钟另一面或无字，或为乐律名称）为敲击面。

铸钟正悬，无倾斜度，以有铭面为敲击面。

下层大钟的声音低沉浑厚，音量大，余音特长；中层里较大的钟声音圆润明亮，音量较大，余音较长，而较小的钟声音清脆，音量较小，余音稍短；上层钮钟声音透明纯净，音量较小，余音稍长。相对而言，钟体大者发音比较迟缓，钟体小者发音比较灵敏。下层钟以下二 5、下二 1 音色特优；中层钟以中层二组的整体音色最佳，其中尤以中二 2、中二 3 最为突出。铸钟因与甬钟在形体上的区别，音色显得更加浑厚。

每件钟可发出呈三度音程的两个乐音。

绕各钟的鼓部敲击，在正鼓部、左鼓部、右鼓部

等6个敲击点可激发出最佳的音响,可分为2个基频:两面正鼓部所发的音响共2个,频率一致,为第一基频,称作正鼓音;两面左、右鼓部发的音响共4个,频率一致,为第二基频,称作侧鼓音。

击发点准确时,所产生的音响清晰纯正,同体的另一基频一般不鸣响。击发点偏离时,同体的另一基频会伴之发出,影响被激发的基频的清晰度。

正鼓音音量稍大、音色最优、余音略长、频率较低。一般情况下,击发正鼓音时,不容易受侧鼓音的影响;而击侧鼓音时,则容易受到正鼓音的影响(有限影响)。

钟声频率测定,以敲击面的正、侧鼓音取样。

钟的频率测量,共有3次:

第一次测音,由文化部文学艺术研究院音乐研究所考察小组,于1978年7月3日至4日在随县文化馆内进行。(见图6-2)测试使用闪光音准仪,先测出乐音的音高及其正负补正音分数(补正幅度为 ± 50 音分),然后换算成频率数12。测音之前,使用音乐标准音叉对测音仪器进行频率校准(德国制音乐标准音叉,最大误差为 ± 1 音分)。测音时工作室的温度为 $30^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$ 。测音结果详见表6-1“京测”一栏。

第二次测音,由上海博物馆青铜器研究组和复旦大学物理系的联合小组,于1979年1月在湖北省博物馆陈列室进行。测试的仪器及方法是:用微音器接收钟声,将声音讯号送入示波器与PB-2频率仪发出

的标准信号比较,观察示波器显示的利萨如图形,声音频率直接由频率仪读数显示出来,然后再换算成相应的音名及音分数。其所用仪器的最小误差率为1.5%,最大误差率为3%(合5音分略强)。测音时的工作室温度为 10°C 左右。测音结果详见表6-1“沪测”一栏。

这两次测音,都是以橡皮头小槌击奏钮钟和中层甬钟(以避免用木头钟槌的撞击噪音对仪器的干扰),用复制的撞钟木撞击下层大钟。

第三次测音,由哈尔滨科学技术大学二系,于1980年10月在湖北省博物馆进行。(见图6-3)测试的仪器及方法是:用正弦电信号激励钟体共振,使其进行简谐振动,分别发出不同的音响,将声音讯号输入示波器,与PB-2型频率仪和XFD-7A型低频讯号发生器所发出的标准信号比较,观察示波器显示的利萨如图形,由频率仪显示出频率。测得的频率,不仅包括各钟的两个基频,还有几个主要分频。测音的同时,还采用了国产(上海)ST-5型氦-氖激光器,利用激光的干涉原理,采用时间平均法对作简谐振动的钟体进行全息照相,记录和测定其振动模式,确定其振幅和节线位置。测音时的工作室温度为 28°C 。所测的频率结果,后经换算成相应的音名及音分数,详见表6-1“哈测”一栏。

三次测音数据见表6-1。



图6-2 王湘(左)和黄翔鹏(右)正进行编钟测音工作

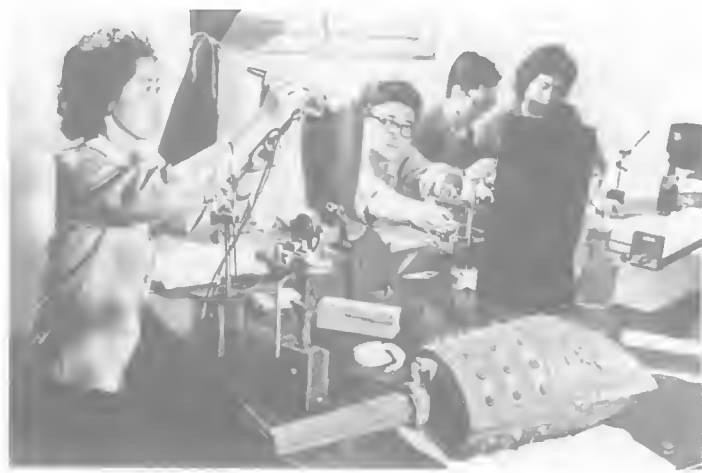


图 6-3 第三次测音现场

编钟的最低音是 C2（发自下一 1 正鼓部），最高音是 D7（发自上一 1 侧鼓部），频率范围自 64.8Hz ~ 2329.1Hz 之间，共有 5 个八度音程（即五个倍频程）又一大二度。

全套钟的定音基准、标音体系不尽相同。

客居下层的楚王钟，除在音色上与相邻的大型甬钟区别较大外，其音高为 $^{\flat}\text{F}2-60$ （正鼓音）~ $^{\flat}\text{A}2-45$ （侧鼓音），虽未标示音名，但与大型甬钟相近的音高相比（如下二 10 侧鼓音 $^{\flat}\text{F}2-19$ 、下二 7 正鼓音 $^{\flat}\text{A}2-10$ ），可知其间定律基准有所不同。

高居上层的钮钟与中、下层甬钟既不同“宫”，

也不同律。三组钮钟之间，也存在差异。如上三 7，正鼓音为“宫”，并铭“无铎之宫”，而所有的甬钟标音为“宫”者，均属“姑洗”之宫。铭为“姑洗之宫”的上二 5，正鼓音为 $^{\flat}\text{C}5-42$ ，与中二 7 的姑洗之宫 $^{\flat}\text{C}5-43$ 相比，要整整高出一律。又如：上一 6，侧鼓音“宫”为 $^{\flat}\text{E}5-19$ ，与上三 7 正鼓音“宫”为 $^{\flat}\text{G}4-37$ ，显然不合。

各组钮钟的音列均五音不全。仅从铭文看：第一组缺“商”“角”；第二组缺“宫”“角”“徵”；第三组缺“羽”。若单以音响跨组编排，可在 $^{\flat}\text{G}4-37$ 至 $\text{D}7-15$ 的音域内基本构成半音序列。种种迹象表明，上层二组、三组之间有着密切的关系：各钟的钮部均有绹纹，铭文均错金，双音音程均为小三度，更重要的是，它们是同一个标音体系，所标音名均为无铎均。它们原本应为一个音组，有钟 14 件^[1]。按体量和重量顺序合编，其音列便呈出规律。（见图 6-4）这是 $^{\flat}\text{G}$ 宫调音阶（即无铎均）的十二半音音列，音域跨两个八度，具备演奏乐曲的条件。由此推想，上层一组也有可能属于另一个完全钟组的分支，音列属浊文王均。它的原貌及拆散的原因，和还有几件未入编这套钟等问题，尚需研究。

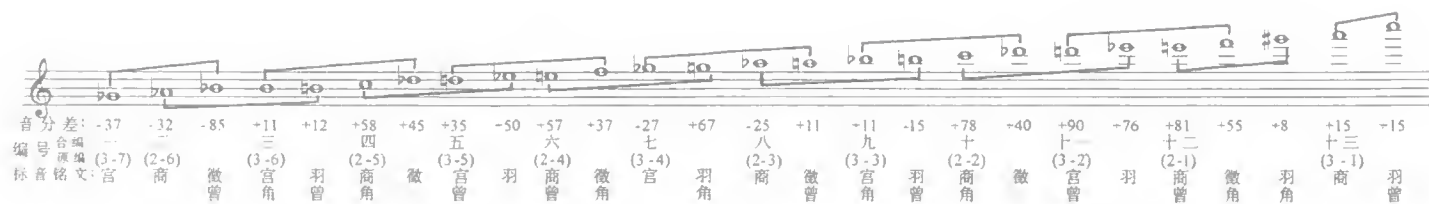


图 6-4 上层二、三组钮钟合编音列

甬钟是全套钟的主体。其以姑洗律为基调的标音体系，恰与现代以 C 大调为标准的标音体系相吻合。音域自 C2（下一 1 正鼓音）至 C7（中一 1、中二 1 侧鼓音），内含高、中、低音响色彩区。中层钟为中音区和高音区，音域自 G3（中三 10 正鼓音）至 C7。下层钟为低音区，音域自 C 至 $^{\flat}\text{b}$ （下二 1 侧鼓音）。

与现行的 $\text{A}4 = 440\text{Hz}$ 为标准的十二平均律相较，甬钟的平均音分（百分值）为 -35 音分，相当于以

中三 8 正鼓音 $\text{C}4-35$ 为姑洗宫标准音。该音频率为 256.4Hz，和现用三大乐音标准中 $\text{C}4 = 256\text{Hz}$ （常温 16°C ），较为接近。

与现代半音列相比，甬钟音列中商曾（ $^{\flat}\text{B}$ ）音偏高，徵角（ B ）音偏低；羽曾（ F ）音偏高，商角（ $^{\flat}\text{F}$ ）音偏低。

现以测音结果结合标音铭文，列出甬钟音响对照表（表 6-2），以对照各组音域、音列及同音间的音高。

[1] 谭维四、冯光生：《关于曾侯乙墓编钟钮钟音乐性能的浅见——兼与王湘同志商榷》，《音乐研究》，1981 年第 1 期，第 79 页。

表 6-1 曾侯乙编钟音高频率实测

出土号	正鼓音（第一基频）							侧鼓音（第二基频）							主要分频			
	标音铭文	京测		沪测		哈测		标音铭文	京测		沪测		哈测		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
		音高	频率	音高	频率	音高	频率		音高	频率	音高	频率	音高	频率				
上—1	羽曾	B6+5	1981.2	B6+12	1990	B6+7	1983.8	羽	D7—15	2329.1	D7—8	2339	D7—13	2331.8	3960.1	5126.2	5874.3	8859.8
2	徵角	F6—12	1386.5	F6—5	1393.4	F6—11	1388.4	徵曾	A6—10	1749.9	A6+23	1784.2	A6+19	1779.3	2963.8	3344.5	4129.0	5909.5
3	商角	[#] C6—20	1096.0	[#] C6—14	1100	[#] C6—19	1096.6	商曾	F6—80	1372.9	F6—25	1377.4	F6—28	1374.3	3037.3	3720.1	4646.6	6408.5
4	徵曾	^b G5—25	729.4	^b F5—22	731	^b G5—25	728.2	徵	^b B5—35	913.7	[#] A5—27	918.2	[#] A5—32	915.4	2232.5	3713.7	3912.6	4456.9
5	羽角	E5—26	649.4	E5—22	651	E5—26	649.1	羽曾	^b A5—45	809.3	[#] G5—39	812	[#] G5—42	810.1	2038.4	3352.5	3972.4	4021.9
6	宫曾	C5—16	518.4	C5—11	520	C5—16	518.2	宫	^b E5—19	615.5	[#] D5—9	619	[#] D5—13	617.7	1573.3	3710.9	4590.6	7003.9
上二1	商曾	F6—19	1381.7	F6—9	1390	F6—14	1385.7	羽角	[#] A6+8	1668.9	[#] G6+18	1678.7	[#] G6+13	1673.8	3899.1	4042.5	7104.3	8956.7
2	商角	[#] C6—22	1094.7	[#] C6—12	1101	[#] C6—18	1097.4	羽	E6—24	1300.4	E6—16	1306.8	F6—17	1305.6	3189.5	5861.0	7768.4	7946.5
3	商	^b A5—25	818.7	[#] G5—17	822.7	[#] G5—21	820.6	羽曾	B5—15	979.3	B5+17	998	B5+16	996.6	2429.6	2505.9	4428.7	7180.8
4	商曾	F5—43	681.3	F5—38	683.5	F5—44	681.0	羽角	^b A5—33	814.9	[#] G5—25	818.9	[#] G5—27	817.8	2004.9	2037.5	3825.4	5676.5
5	商角	[#] C5—42	541.1	[#] C5—35	543.5	[#] C5—39	542.0	羽	E5—50	640.5	E5—45	642.6	E5—47	641.6	1633.9	2268.0	2870.9	3143.8
6	商	^b A4—32	407.7	[#] G4—22	410.1	[#] G4—26	409.0	羽曾	B4+12	497.3	B4—23	500.5	B4+26	501.2	1255.1	2364.7	8182.9	8327.1
上三1	商	A6+15	1775.3	A6+20	1781	A6+18	1778.1	羽曾	C7+15	2111.2	C7+19	2117	C7+16	2111.9	4963.9	5099.4	6932.5	8793.7
2	宫曾	^b E6—10	1237.3	[#] D6+3	1243	[#] D6—11	1236.5	徵角	[#] F6—45	1442.0	[#] F6—39	1447	[#] F6—40	1446.7	3592.0	5472.2	6056.9	8807.7
3	宫角	B5—59	938.3	[#] A5+21	944	[#] A5+15	940.4	徵	D6—60	1134.6	[#] C6+48	1140	D6—54	1138.8	2754.2	5078.4	7086.1	8314.4
4	宫	^b G5—27	728.5	[#] F5—19	731.7	[#] F5—24	729.8	徵曾	A5+11	885.6	A5+20	890	A5+18	889.2	2231.3	3882.9	4598.0	8751.3
5	宫曾	^b E5—65	599.3	[#] D5+35	599.3	[#] D5+32	598.1	徵角	[#] F5—63	713.5	F5+44	716.4	[#] F5—56	716.4	1745.1	1831.5	3405.4	8994.5
6	宫角	B4—89	459.1	[#] A4+21	471.9	[#] A4+15	470.2	徵	D5—55	569.0	D5—48	571.2	D5—51	570.1	1445.0	2748.9	5895.8	7945.4
7	宫	^b G4—37	362.2	[#] F4—23	365.1	[#] F4—38	364.1	徵曾	^b B2—85	443.8	A4+25	446.6	A4+24	446.2	1111.4	1937.5	2200.0	3383.1
中—1	羽反	A6+25	1777.4	A6+25	1786	A6+23	1783.5	宫反	C7+28	2127.1	C7+35	2135.8	C7+34	2134.5	4794.6	5443.0	7835.9	8939.6
2	角反	E6+8	1324.6	E6+13	1328.9	E6+10	1325.9	徵反	G6—50	1523.3	G6—43	1530	G6—45	1524.9	2519.0	4350.0	6038.3	8765.7
3	少商	D6—40	1147.8	D6—40	1147.6	D6+43	1145.6	羽曾	F6—15	1384.9	F6—19	1382.3	F6—23	1378.7	4593.1	7869.5	8031.3	8518.6
4	少羽	A5—32	863.9	A5—28	865.5	A5—33	863.5	宫反	C6—18	1035.7	C6—16	1037	C6—18	1035.7	2542.6	5085.2	8235.6	8301.0
5	下角	E5—63	635.7	[#] D5+38	636.2	E5—64	635.3	徵反	G5—41	765.6	G5—38	767	G5—42	765.3	1771.2	2935.6	3093.6	4883.3
6	商	D5—58	568.0	[#] C5+48	569.9	D5—53	569.7	羽曾	F5—15	692.4	F5—10	694.6	F5—11	694.1	1668.5	2982.2	4396.3	6125.2
7	宫	C5—64	504.3	B4+40	505.4	C5—65	504.0	徵曾	^b E5—66	599.0	D5+40	601	^b E5—65	599.2	2589.0	5594.8	6870.9	8252.7
8	羽	A4—58	425.7	[#] G4+41	425.2	A4—15	423.7	羽角	[#] C5—59	535.8	[#] C5—42	541.2	[#] C5—47	539.4	1385.7	1694.3	3089.2	6969.0
9	徵	G4—55	379.7	[#] F4+50	3808	G4—48	381.3	徵角	B4—73	473.5	[#] A4+36	476	B4—71	473.9	1163.4	5373.1	6337.6	7194.6
10	宫角	E4—45	321.2	E4—40	322.1	E4—46	321.1	宫曾	^b A4—42	405.4	[#] G4—36	406.9	[#] F4+26	375.5	944.6	4421.6	6569.5	
11	商	D4—45	286.1	D4—41	286.8	D4—46	285.9	羽曾	F4—25	344.2	F4—18	345.7	F4—26	344.1	847.1	1760.4	4270.3	4760.0
中二1	羽	A6—15	1745.0	[#] G6+39	1699.8	A6—67	1693.1	宫反	C7—33	2054.0	C7—23	2064.8	C7—28	2059.0	3298.8	4517.4	5622.5	7612.9
2	角反	E6—25	1300.0	E6—16	1307	E6—21	1302.9	徵反	G6—24	1546.0	G6—16	1554	G6—17	1553.1	4975.6	5591.8	6471.1	7874.7
3	少商	D5—22	1160.0	D6—11	1167	D6—16	1163.6	羽曾	F6—20	1381.0	F6—18	1382.6	F6—20	1380.9	3996.3	4497.5	7288.6	7774.1

续表

出土号	正鼓音（第一基频）							侧鼓音（第二基频）							主要分类			
	标音铭文	京测		沪测		哈测		标音铭文	京测		沪测		哈测		I	II	III	IV
		音高	频率	音高	频率	音高	频率		音高	频率	音高	频率	音高	频率				
4	少羽	A5—55	852.5	[#] G6+49	854.3	A5—54	853.0	宫反	C6—39	1023.0	C6—40	1022.6	C6—43	1021.0	2398.5	2825.1	4498.8	5330.1
5	下角	E5—60	636.8	[#] G5+42	637.6	E6—62	636.1	徵反	G6—35	768.3	G6—36	767.9	G6—42	765.0	837.4	2002.0	2857.0	488.1
6	商	D5—48	571.3	D5—41	573.6	D5—46	572.0	羽曾	F5—33	685.3	F5—22	690	F5—31	686.1	1706.9	5015.5	5450.9	6962.4
7	宫	C5—43	510.4	C5—35	512.9	C5—39	511.6	徵曾	^b E5—55	602.8	D5—46	605.9	^b E5—51	604.1	1872.7	3936.7	5024.1	6542.6
8	羽	A4—50	427.5	A4—44	429	A4—53	426.8	羽角	[#] C5—37	542.6	[#] C5—27	545.8	[#] F5—34	543.5	1228.8	1558.0	2475.0	6357.1
9	徵	G4—58	379.1	G4—47	381.5	G4—53	3801.1	徵角	G4—83	470.8	[#] A4+26	473.2	B4—13	470.8	1903.2	3335.9	5368.1	6942.0
10	宫角	E4—70	316.6	[#] D4+37	317.9	E4—68	316.9	徵	[#] G4—55	402.3	[#] G4—47	404.3	^b A4—52	403.1	1033.3	1860.0	4145.2	5245.2
11	商角	[#] F4—22	365.3	[#] F4—13	367.2	[#] F4—19	365.9	商曾	^b B4+3	467.0	[#] A4+12	469.3	^b B4+7	468.0	1135.5	2130.2	6610.5	7308.3
12	商	D4—55	284.5	[#] C4+47	284.8	D4—59	283.9	羽曾	F4—45	340.3	F4—34	342.5	F4—45	340.3	3721.1	5072.1	6103.2	6924.1
中一1	羽	A6—32	863.9	A5—25	867.3	A5—31	864.4	宫	C6—45	1020.0	C6—38	1023.7	C6—41	1021.8	2540.9	41672	7350.3	8395.5
2	商角	[#] F5—45	721.0	[#] F5—39	723.8	^b F5—44	721.3	商曾	^b B5—63	899.0	A6+42	901.8	^b B5—12	899.4	2122.3	3827.1	3942.0	7726.8
3	宫角	E5—45	642.3	E5—40	644.5	E5—45	642.4	徵	G5—20	775.0	G5—16	776.7	G5—19	775.4	1938.4	3314.4	6021.3	6836.0
4	商	D5—30	577.2	D5—24	579.4	D5—29	577.6	羽曾	F5—22	689.6	F5—16	692.4	F5—20	690.4	1618.7	3291.4	8039.6	8197.7
5	羽	A4—49	427.7	A4—41	429.6	A4—47	428.3	宫	C5—24	516.0	C5—15	518.7	C5—21	516.8	2947.0	4014.0	4802.4	5889.7
6	宫角	E4—55	319.3	[#] D4+50	320.3	E4—53	319.6	徵	G4—50	380.8	G4—42	382.7	G4—46	381.8	934.0	1649.5	1918.2	2861.7
7	商	D4—50	285.3	[#] C4+50	285.3	D4—49	284.4	羽曾	F4—30	343.2	F4—25	344.8	F4—30	343.2	1714.4	4061.3	4852.4	6667.1
8	宫	C4—35	256.4	C4—26	257.7	C4—33	256.7	徵曾	^b E4—40	304.0	[#] D4—28	306.2	^b E4—36	304.8	761.2	1261.1	3377.8	4139.3
9	羽	A3—30	216.2	A3—22	217.3	A3—29	216.4	羽角	[#] C4—32	272.1	[#] C4—24	273.4	[#] C4—30	272.4	677.4	1970.4	2876.9	3931.0
10	徵	G3—37	191.9	G3—32	192.4	G3—37	191.9	徵角	B3—27	243.1	B2—18	244.4	B3—24	243.6	581.4	1596.8	2531.9	4317.8
下—1	宫	C2—15	64.8	C2—8	65.1	[#] D2+5	78.0	徵曾	—	—	[#] D2+5	78	—	—	215.4	584.1	939.0	1682.8
2	商	D2—18	72.7	[#] C2—38	67.8	[#] C2—43	67.6	羽曾	F2—25	86.1	E2—49	80.1	—	—	338.9	450.4	655.9	1265.4
3	徵卮	^b B2—20	115.2	[#] A2+22	118.4	B3—83	117.9	徵曾	—	—	[#] D5—11	154.6	[#] D3—17	154.0	716.8	1760.9	331.3	4208.2
下—1	郢钟	G3—27	193.0	G3—23	193.4	G3—28	192.8	徵角	B3—72	236.9	[#] A3+39	238.4	B3—71	237.0	565.8	962.1	2924.6	7494.4
2	商角	[#] F3—35	181.3	[#] F3—29	181.9	[#] F3—32	181.6	商曾	^b B3—35	228.4	[#] A3—32	228.8	^b B3—36	228.3	558.8	2700.5	4268.7	6468.0
3	中钟	E3—50	160.1	E3—45	160.0	E3—50	160.1	宫曾	^b A3—45	202.3	[#] G3—29	204.3	^b A3—43	202.5	457.8	512.6	945.4	1223.6
4	商	D3—60	141.0	[#] C3+36	141.5	D3—70	141.0	羽曾	F3—10	173.6	F3—5	174.1	F3—12	173.4	400.6	718.5	937.4	1763.6
5	宫	C5—30	128.6	C3—13	129.8	C3—21	129.2	徵曾	[#] E3—5	155.1	[#] D3—3	155.3	[#] D3—9	154.8	365.1	1136.3	1896.5	3490.0
(钟) 6	—	[#] F2—60	89.4	[#] F2—38	90	[#] F2—57	89.5	—	^b A2—45	101.2	[#] G2—41	101.4	[#] G2—43	101.3	246.1	272.7	466.9	568.9
7	羽	^b A2—10	103.2	[#] G2+1	103.9	[#] G2—5	103.5	羽角	[#] C3—25	136.6	[#] C3—11	137.7	[#] C3—39	135.5	744.2	2918.9	3594.0	4271.1
8	徵	G2+8	98.4	G2+17	99	G2+11	98.6	徵角	^b B2—15	115.5	[#] A2—12	115.7	[#] A2—14	115.6	272.7	1101.4	2345.9	2765.5
9	鐃	E2—50	80.1	E2—45	80.3	E2—49	80.1	宫曾	—	—	G2+33	99.9	—	—	730.9	1309.3	2051.3	2521.6
10	商	[#] D2—40	76.0	[#] D2—47	75.7	[#] D2—49	75.6	羽曾	—	—	[#] F2—19	91.5	[#] F2—24	91.2	201.7	256.2	1593.4	3691.0

表 6-2 甬钟音响对照表

音名 物理学标记	C ₁	♯C ₁	D ₁	♭D ₁	E ₁	F ₁	♯F ₁	G ₁	♭A ₁	A ₁	♭B ₁	B ₁	C ₂	♯C ₂	D ₂	♭D ₂	E ₂	F ₂	♯F ₂	G ₂	♭A ₂	A ₂	♭B ₂	B ₂	C ₃	♯C ₃	D ₃	♭D ₃	E ₃	F ₃	♯F ₃	G ₃	♭A ₃	A ₃	♭B ₃	B ₃	C ₄	♯C ₄	D ₄	♭D ₄	E ₄	F ₄	♯F ₄	G ₄	♭A ₄	A ₄	♭B ₄	B ₄	C ₅	♯C ₅	D ₅	♭D ₅	E ₅	F ₅	♯F ₅	G ₅	♭A ₅	A ₅	♭B ₅	B ₅	C ₆	♯C ₆	D ₆	♭D ₆	E ₆	F ₆	♯F ₆	G ₆	♭A ₆	A ₆	♭B ₆	B ₆	C ₇	♯C ₇	D ₇	♭D ₇	E ₇	F ₇	♯F ₇	G ₇	♭A ₇	A ₇	♭B ₇	B ₇	C ₈	♯C ₈	D ₈	♭D ₈	E ₈	F ₈	♯F ₈	G ₈	♭A ₈	A ₈	♭B ₈	B ₈	C ₉	♯C ₉	D ₉	♭D ₉	E ₉	F ₉	♯F ₉	G ₉	♭A ₉	A ₉	♭B ₉	B ₉	C ₁₀	♯C ₁₀	D ₁₀	♭D ₁₀	E ₁₀	F ₁₀	♯F ₁₀	G ₁₀	♭A ₁₀	A ₁₀	♭B ₁₀	B ₁₀	C ₁₁	♯C ₁₁	D ₁₁	♭D ₁₁	E ₁₁	F ₁₁	♯F ₁₁	G ₁₁	♭A ₁₁	A ₁₁	♭B ₁₁	B ₁₁	C ₁₂	♯C ₁₂	D ₁₂	♭D ₁₂	E ₁₂	F ₁₂	♯F ₁₂	G ₁₂	♭A ₁₂	A ₁₂	♭B ₁₂	B ₁₂	C ₁₃	♯C ₁₃	D ₁₃	♭D ₁₃	E ₁₃	F ₁₃	♯F ₁₃	G ₁₃	♭A ₁₃	A ₁₃	♭B ₁₃	B ₁₃	C ₁₄	♯C ₁₄	D ₁₄	♭D ₁₄	E ₁₄	F ₁₄	♯F ₁₄	G ₁₄	♭A ₁₄	A ₁₄	♭B ₁₄	B ₁₄	C ₁₅	♯C ₁₅	D ₁₅	♭D ₁₅	E ₁₅	F ₁₅	♯F ₁₅	G ₁₅	♭A ₁₅	A ₁₅	♭B ₁₅	B ₁₅	C ₁₆	♯C ₁₆	D ₁₆	♭D ₁₆	E ₁₆	F ₁₆	♯F ₁₆	G ₁₆	♭A ₁₆	A ₁₆	♭B ₁₆	B ₁₆	C ₁₇	♯C ₁₇	D ₁₇	♭D ₁₇	E ₁₇	F ₁₇	♯F ₁₇	G ₁₇	♭A ₁₇	A ₁₇	♭B ₁₇	B ₁₇	C ₁₈	♯C ₁₈	D ₁₈	♭D ₁₈	E ₁₈	F ₁₈	♯F ₁₈	G ₁₈	♭A ₁₈	A ₁₈	♭B ₁₈	B ₁₈	C ₁₉	♯C ₁₉	D ₁₉	♭D ₁₉	E ₁₉	F ₁₉	♯F ₁₉	G ₁₉	♭A ₁₉	A ₁₉	♭B ₁₉	B ₁₉	C ₂₀	♯C ₂₀	D ₂₀	♭D ₂₀	E ₂₀	F ₂₀	♯F ₂₀	G ₂₀	♭A ₂₀	A ₂₀	♭B ₂₀	B ₂₀	C ₂₁	♯C ₂₁	D ₂₁	♭D ₂₁	E ₂₁	F ₂₁	♯F ₂₁	G ₂₁	♭A ₂₁	A ₂₁	♭B ₂₁	B ₂₁	C ₂₂	♯C ₂₂	D ₂₂	♭D ₂₂	E ₂₂	F ₂₂	♯F ₂₂	G ₂₂	♭A ₂₂	A ₂₂	♭B ₂₂	B ₂₂	C ₂₃	♯C ₂₃	D ₂₃	♭D ₂₃	E ₂₃	F ₂₃	♯F ₂₃	G ₂₃	♭A ₂₃	A ₂₃	♭B ₂₃	B ₂₃	C ₂₄	♯C ₂₄	D ₂₄	♭D ₂₄	E ₂₄	F ₂₄	♯F ₂₄	G ₂₄	♭A ₂₄	A ₂₄	♭B ₂₄	B ₂₄	C ₂₅	♯C ₂₅	D ₂₅	♭D ₂₅	E ₂₅	F ₂₅	♯F ₂₅	G ₂₅	♭A ₂₅	A ₂₅	♭B ₂₅	B ₂₅	C ₂₆	♯C ₂₆	D ₂₆	♭D ₂₆	E ₂₆	F ₂₆	♯F ₂₆	G ₂₆	♭A ₂₆	A ₂₆	♭B ₂₆	B ₂₆	C ₂₇	♯C ₂₇	D ₂₇	♭D ₂₇	E ₂₇	F ₂₇	♯F ₂₇	G ₂₇	♭A ₂₇	A ₂₇	♭B ₂₇	B ₂₇	C ₂₈	♯C ₂₈	D ₂₈	♭D ₂₈	E ₂₈	F ₂₈	♯F ₂₈	G ₂₈	♭A ₂₈	A ₂₈	♭B ₂₈	B ₂₈	C ₂₉	♯C ₂₉	D ₂₉	♭D ₂₉	E ₂₉	F ₂₉	♯F ₂₉	G ₂₉	♭A ₂₉	A ₂₉	♭B ₂₉	B ₂₉	C ₃₀	♯C ₃₀	D ₃₀	♭D ₃₀	E ₃₀	F ₃₀	♯F ₃₀	G ₃₀	♭A ₃₀	A ₃₀	♭B ₃₀	B ₃₀	C ₃₁	♯C ₃₁	D ₃₁	♭D ₃₁	E ₃₁	F ₃₁	♯F ₃₁	G ₃₁	♭A ₃₁	A ₃₁	♭B ₃₁	B ₃₁	C ₃₂	♯C ₃₂	D ₃₂	♭D ₃₂	E ₃₂	F ₃₂	♯F ₃₂	G ₃₂	♭A ₃₂	A ₃₂	♭B ₃₂	B ₃₂	C ₃₃	♯C ₃₃	D ₃₃	♭D ₃₃	E ₃₃	F ₃₃	♯F ₃₃	G ₃₃	♭A ₃₃	A ₃₃	♭B ₃₃	B ₃₃	C ₃₄	♯C ₃₄	D ₃₄	♭D ₃₄	E ₃₄	F ₃₄	♯F ₃₄	G ₃₄	♭A ₃₄	A ₃₄	♭B ₃₄	B ₃₄	C ₃₅	♯C ₃₅	D ₃₅	♭D ₃₅	E ₃₅	F ₃₅	♯F ₃₅	G ₃₅	♭A ₃₅	A ₃₅	♭B ₃₅	B ₃₅	C ₃₆	♯C ₃₆	D ₃₆	♭D ₃₆	E ₃₆	F ₃₆	♯F ₃₆	G ₃₆	♭A ₃₆	A ₃₆	♭B ₃₆	B ₃₆	C ₃₇	♯C ₃₇	D ₃₇	♭D ₃₇	E ₃₇	F ₃₇	♯F ₃₇	G ₃₇	♭A ₃₇	A ₃₇	♭B ₃₇	B ₃₇	C ₃₈	♯C ₃₈	D ₃₈	♭D ₃₈	E ₃₈	F ₃₈	♯F ₃₈	G ₃₈	♭A ₃₈	A ₃₈	♭B ₃₈	B ₃₈	C ₃₉	♯C ₃₉	D ₃₉	♭D ₃₉	E ₃₉	F ₃₉	♯F ₃₉	G ₃₉	♭A ₃₉	A ₃₉	♭B ₃₉	B ₃₉	C ₄₀	♯C ₄₀	D ₄₀	♭D ₄₀	E ₄₀	F ₄₀	♯F ₄₀	G ₄₀	♭A ₄₀	A ₄₀	♭B ₄₀	B ₄₀	C ₄₁	♯C ₄₁	D ₄₁	♭D ₄₁	E ₄₁	F ₄₁	♯F ₄₁	G ₄₁	♭A ₄₁	A ₄₁	♭B ₄₁	B ₄₁	C ₄₂	♯C ₄₂	D ₄₂	♭D ₄₂	E ₄₂	F ₄₂	♯F ₄₂	G ₄₂	♭A ₄₂	A ₄₂	♭B ₄₂	B ₄₂	C ₄₃	♯C ₄₃	D ₄₃	♭D ₄₃	E ₄₃	F ₄₃	♯F ₄₃	G ₄₃	♭A ₄₃	A ₄₃	♭B ₄₃	B ₄₃	C ₄₄	♯C ₄₄	D ₄₄	♭D ₄₄	E ₄₄	F ₄₄	♯F ₄₄	G ₄₄	♭A ₄₄	A ₄₄	♭B ₄₄	B ₄₄	C ₄₅	♯C ₄₅	D ₄₅	♭D ₄₅	E ₄₅	F ₄₅	♯F ₄₅	G ₄₅	♭A ₄₅	A ₄₅	♭B ₄₅	B ₄₅	C ₄₆	♯C ₄₆	D ₄₆	♭D ₄₆	E ₄₆	F ₄₆	♯F ₄₆	G ₄₆	♭A ₄₆	A ₄₆	♭B ₄₆	B ₄₆	C ₄₇	♯C ₄₇	D ₄₇	♭D ₄₇	E ₄₇	F ₄₇	♯F ₄₇	G ₄₇	♭A ₄₇	A ₄₇	♭B ₄₇	B ₄₇	C ₄₈	♯C ₄₈	D ₄₈	♭D ₄₈	E ₄₈	F ₄₈	♯F ₄₈	G ₄₈	♭A ₄₈	A ₄₈	♭B ₄₈	B ₄₈	C ₄₉	♯C ₄₉	D ₄₉	♭D ₄₉	E ₄₉	F ₄₉	♯F ₄₉	G ₄₉	♭A ₄₉	A ₄₉	♭B ₄₉	B ₄₉	C ₅₀	♯C ₅₀	D ₅₀	♭D ₅₀	E ₅₀	F ₅₀	♯F ₅₀	G ₅₀	♭A ₅₀	A ₅₀	♭B ₅₀	B ₅₀	C ₅₁	♯C ₅₁	D ₅₁	♭D ₅₁	E ₅₁	F ₅₁	♯F ₅₁	G ₅₁	♭A ₅₁	A ₅₁	♭B ₅₁	B ₅₁	C ₅₂	♯C ₅₂	D ₅₂	♭D ₅₂	E ₅₂	F ₅₂	♯F ₅₂	G ₅₂	♭A ₅₂	A ₅₂	♭B ₅₂	B ₅₂	C ₅₃	♯C ₅₃	D ₅₃	♭D ₅₃	E ₅₃	F ₅₃	♯F ₅₃	G ₅₃	♭A ₅₃	A ₅₃	♭B ₅₃	B ₅₃	C ₅₄	♯C ₅₄	D ₅₄	♭D ₅₄	E ₅₄	F ₅₄	♯F ₅₄	G ₅₄	♭A ₅₄	A ₅₄	♭B ₅₄	B ₅₄	C ₅₅	♯C ₅₅	D ₅₅	♭D ₅₅	E ₅₅	F ₅₅	♯F ₅₅	G ₅₅	♭A ₅₅	A ₅₅	♭B ₅₅	B ₅₅	C ₅₆	♯C ₅₆	D ₅₆	♭D ₅₆	E ₅₆	F ₅₆	♯F ₅₆	G ₅₆	♭A ₅₆	A ₅₆	♭B ₅₆	B ₅₆	C ₅₇	♯C ₅₇	D ₅₇	♭D ₅₇	E ₅₇	F ₅₇	♯F ₅₇	G ₅₇	♭A ₅₇	A ₅₇	♭B ₅₇	B ₅₇	C ₅₈	♯C ₅₈	D ₅₈	♭D ₅₈	E ₅₈	F ₅₈	♯F ₅₈	G ₅₈	♭A ₅₈	A ₅₈	♭B ₅₈	B ₅₈	C ₅₉	♯C ₅₉	D ₅₉	♭D ₅₉	E ₅₉	F ₅₉	♯F ₅₉	G ₅₉	♭A ₅₉	A ₅₉	♭B ₅₉	B ₅₉	C ₆₀	♯C ₆₀	D ₆₀	♭D ₆₀	E ₆₀	F ₆₀	♯F ₆₀	G ₆₀	♭A ₆₀	A ₆₀	♭B ₆₀	B ₆₀	C ₆₁	♯C ₆₁	D ₆₁	♭D ₆₁	E ₆₁	F ₆₁	♯F ₆₁	G ₆₁	♭A ₆₁	A ₆₁	♭B ₆₁	B ₆₁	C ₆₂	♯C ₆₂	D ₆₂	♭D ₆₂	E ₆₂	F ₆₂	♯F ₆₂	G ₆₂	♭A ₆₂	A ₆₂	♭B ₆₂	B ₆₂	C ₆₃	♯C ₆₃	D ₆₃	♭D ₆₃	E ₆₃	F ₆₃	♯F ₆₃	G ₆₃	♭A ₆₃	A ₆₃	♭B ₆₃	B ₆₃	C ₆₄	♯C ₆₄	D ₆₄	♭D ₆₄	E ₆₄	F ₆₄	♯F ₆₄	G ₆₄	♭A ₆₄	A ₆₄	♭B ₆₄	B ₆₄	C ₆₅	♯C ₆₅	D ₆₅	♭D ₆₅	E ₆₅	F ₆₅	♯F ₆₅	G ₆₅	♭A ₆₅	A ₆₅	♭B ₆₅	B ₆₅	C ₆₆	♯C ₆₆	D ₆₆	♭D ₆₆	E ₆₆	F ₆₆	♯F ₆₆	G ₆₆	♭A ₆₆	A ₆₆	♭B ₆₆	B ₆₆	C ₆₇	♯C ₆₇	D ₆₇	♭D ₆₇	E ₆₇	F ₆₇	♯F ₆₇	G ₆₇	♭A ₆₇	A ₆₇	♭B ₆₇	B ₆₇	C ₆₈	♯C ₆₈	D ₆₈	♭D ₆₈	E ₆₈	F ₆₈	♯F ₆₈	G ₆₈	♭A ₆₈	A ₆₈	♭B ₆₈	B ₆₈	C ₆₉	♯C ₆₉	D ₆₉	♭D ₆₉	E ₆₉	F ₆₉	♯F ₆₉	G ₆₉	♭A ₆₉	A ₆₉	♭B ₆₉	B ₆₉	C ₇₀	♯C ₇₀	D ₇₀	♭D ₇₀	E ₇₀	F ₇₀	♯F ₇₀	G ₇₀	♭A ₇₀	A ₇₀	♭B ₇₀	B ₇₀	C ₇₁	♯C ₇₁	D ₇₁	♭D ₇₁	E ₇₁	F ₇₁	♯F ₇₁	G ₇₁	♭A ₇₁	A ₇₁	♭B ₇₁	B ₇₁	C ₇₂	♯C ₇₂	D ₇₂	♭D ₇₂	E ₇₂	F ₇₂	♯F ₇₂	G ₇₂	♭A ₇₂	A ₇₂	♭B ₇₂	B ₇₂	C ₇₃	♯C ₇₃	D ₇₃	♭D ₇₃	E ₇₃	F ₇₃	♯F ₇₃	G ₇₃	♭A ₇₃	A ₇₃	♭B ₇₃	B ₇₃	C ₇₄	♯C ₇₄	D ₇₄	♭D ₇₄	E ₇₄	F ₇₄	♯F ₇₄	G ₇₄	♭A ₇₄	A ₇₄	♭B ₇₄	B ₇₄	C ₇₅	♯C ₇₅	D ₇₅	♭D ₇₅	E ₇₅	F ₇₅	♯F ₇₅	G ₇₅	♭A ₇₅	A ₇₅	♭B ₇₅	B ₇₅	C ₇₆	♯C ₇₆	D ₇₆	♭D ₇₆	E ₇₆	F ₇₆	♯F ₇₆	G ₇₆	♭A ₇₆	A ₇₆	♭B ₇₆	B ₇₆	C ₇₇	♯C ₇₇	D ₇₇	♭D ₇₇	E ₇₇	F ₇₇	♯F ₇₇	G ₇₇	♭A ₇₇	A ₇₇	♭B ₇₇	B ₇₇	C ₇₈	♯C ₇₈	D ₇₈	♭D ₇₈	E ₇₈	F ₇₈	♯F ₇₈	G ₇₈	♭A ₇₈	A ₇₈	♭B ₇₈	B ₇₈	C ₇₉	♯C ₇₉	D ₇₉	♭D ₇₉	E ₇₉	F ₇₉
-------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	------------------	-----------------	-----------------

第二章 奇妙双音

钟铭和钟声共同揭示了中国古代的一个伟大的声学创造——一钟双音的功能。这令人惊奇的结论，也使人们茅塞顿开。

唐宣宗时，诗人杨收所见的古钟，侧鼓部有标音铭文，其实就是双音钟的实证。

宋人著录的曾侯乙钟，王厚之推断“前一钟有一穆字两商字，其意未晓，然恐此钟所中之声律耳”，其实已接近触及一钟双音现象。^[1]

1957年中国音乐研究所调查组用甬钟演奏《东方红》时，从第二钟的钟枚上“找”出“变宫”替补所缺，实际上已无意识地启用了尘封千年的侧鼓音。惜就此却步，没有“找”出规律。

1977年春，吕骥率领的音乐文物调查组，按传统的敲击部位，用只有宫、商、徵、羽四声的侯马13号墓编钟演奏乐曲，在难敷一般曲调所需的情况下，以20年前甬钟的做法，从侯马钟以及其他山西秦钟上寻找到各钟侧鼓部另一个发音的位置。小组成员黄翔鹏从中得出先秦钟一钟双音的初步结论。可惜的是，这在当时被认为过于惊奇的研究成果未被准予发表。

曾侯乙编钟以极为明确的事实证实了一钟双音的存在。由此上溯，这美妙的创举是之前数百年铸钟史的结晶。

研究证明：商庸属响器，是主观单音钟，但存在着随合瓦体与生俱来的自然双音现象。这种自然双音，音程不规范，常有不谐和音程，加之双音伴生相互干

扰现象，会直接影响钟的音色。古代钟师出于追求钟声悦耳的目的，对某些音色好（自然双音谐和）的钟体以选择、重视、模仿，逐步筛选出形体比例最佳的钟，使自然双音得到优化和强化。这使西周早期的甬钟虽无调音迹象，但绝大多数已有了大致的（三度之内），还不是十分精确的（具有律学意义的）双音现象。

双音技术成熟于西周中晚期。这时钟与双音有关的技术性特征是：

1. 大多数钟的口沿已无内唇；
2. 内壁因受磨而有一至八条隧（个别多达九条），以有八条者居多；
3. 大多数钟的右鼓部出现了鸟纹标识，体现着人们对侧鼓音的主观意识；
4. 少量钟因袭旧制，有内唇，内壁光平，其中，部分内唇受锉有缺口。

内壁有隧，是这一时期钟最本质的进步。隧，是截面呈半圆形、自口沿由深而浅向钟体舞部延伸的浅槽。它分布在钟腔的两铣角、两面正鼓、四侧鼓（两面的左侧和右侧）。隧以改变钟壁厚度的方式，产生降低频率的调音作用。

这些隧的优点是部位恰当，形式合理。

1. 正鼓部、铣部的隧对调节正鼓音十分敏感，侧鼓部的隧对调节侧鼓音比较敏感。如果隧的部位偏离或者扩大，其作用于要调节的乐音时，对另一个乐音的牵动作用亦随之加大，有可能导致双音关系的失控。

[1] 王厚之：《钟鼎款识》，著录见薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》。

2. 隧的位置与节线重合, 有利于双音的隔离度, 或称互不干扰度。
3. 以偶数出现的隧, 大多数顾及了钟体的对称性, 有利于音色。
4. 相对大面积的磨砺, 此法最为简便省力。
5. 改变了钟壁的均匀性, 使钟最为敏感的发音部位的厚度明显地不同于其他部分, 这可能使双音的清晰度更加鲜明^[1]。

由此, 以追求钟的美好的音色出发而创造出的美妙双音从主客观上得以统一。“和钟”之名也在此时出现。以“和钟”自称的编钟, 成 8 件一组的编制, 从第 3 件起 (由大至小), 每件侧鼓部饰击奏标志——凤鸟纹、涡纹、象纹、夔纹等, 由此能击发出比正鼓部乐音高出小三度的另一个乐音, 一钟双音, 十分谐和。“和钟”之名, 通常被以为以音乐之和寓意“乐与政和”“政通人和”。从双音钟的意义而言, 当即一钟双音之和, 钟声和谐之和。双音之妙, 首先是和谐之妙, 是“和而不同”体现于钟声的奇妙, 是双音之和与钟声之和自然相融的美妙。

西周中晚期双音技术沿用到春秋中期, 磨隧调音方法始有变化。河南新郑李家楼甬钟钟壁侧鼓部出现了加厚现象^[2]。这种现象在春秋晚期的王孙诰编钟已成规律^[3], 至曾侯乙编钟已十分成熟。

曾侯乙编钟的钟腔结构是: 相对侧鼓部均有一条“音脊”, 呈带状凸起从钟口延伸到中部。因为调音的缘故, 这些音脊受到不同程度的磨砺, 有些受磨严重的音脊, 甚至在相对脊线的位置出现了小槽——“音槽”。在正鼓部和铣部, 钟壁没有加厚, 由于调音的缘故, 这些地方也都受磨成深浅不同的音槽。这些音脊和音槽的位置与西周钟的隧一样, 恰在正鼓音或侧鼓音的节线上。此时的工匠不但掌握了这一最为敏感的调音部位, 而且以加厚和减薄并用的办法调节钟的双音。

中、上层各钟的双音清浊分明。两音间距多为三度, 且与标音铭文所体现的音程相合。如: 中三 5, 正鼓音频率是 427.7Hz, 标音为“羽”; 侧鼓音频率是 516.0Hz, 标音为“宫”; 两音分别相当于现今 A4 — 49 和 C5 — 24, 相距小三度音程, 同“羽”与“宫”的音程关系一致。又如: 中三 9, 正鼓音频率

是 216.2Hz, 标音为“羽”; 侧鼓音频率是 272.1Hz, 标音为“羽角”; 两音分别相当于现今 A3 — 30 和 [♯]C4 — 32, 相距大三度音程, 与标音铭文反映的音程关系一致。

有少部分钟, 双音音响与标音铭文的实值均为三度, 但双音标音铭文间呈现的是增、减音程。如: 中一 10, 正鼓音为 E4 — 45, 侧鼓音为 G4 或 [♭]A4 — 42; 两音分别标为“宫角”“宫曾”, 即呈“mi”与“降 la”间的减四度音程 (对标音铭文的解释, 详见本书铭文篇)。又如: 上二 3, 双音分别标为“商曾”“羽角”, 呈“降 si”与“升 do”间的增二度音程。还有极少数钟双音实值与铭文标示的音程不合。如: 上一 1, 双音分别是 B6 + 5、D7 — 15, 为小三度; 而标音却是“羽曾”“羽”, 为大三度音程。又如: 中二 10, 双音分别为 E4 — 70、G4 — 55, 为大三度; 而标音却是“宫角”“徵”, 为小三度音程。这些差错可能为调音不善或铸字失误造成。

所有双音的出发点多数如标音铭文所示的位置, 钟体较大或较小者, 侧鼓音的出发点则有所偏移。如中一 1、中二 1 均为所在组最小者, 侧鼓音击发点已偏移到侧鼓上方的钲部; 钲钟中较小的几件, 侧鼓音击发点亦向上偏移。又如中三 10 为中、上层中最大者, 其侧鼓音击发点偏移到鼓部花纹的边缘, 且音量比正鼓音弱得多。

64 件钟的双音结构, 以小三度居多, 计 41 个; 余为大三度, 计 23 个 (其中中二 10, 虽标音为“宫角”“徵”, 系小三度, 但该钟乐律铭文论述侧鼓音时, 又称“姑洗之宫曾”, 参照频率, 知二音相当于现今 E4 — 70、G4 — 55, 是大三度音程结构)。详见表 6-3。

表 6-3 编钟双音音程结构统计

组别 \ 音程	小三度	大三度
下一	2	1
下二	3	6
中一	8	3
中二	8	4
中三	7	3
上一	0	6
上二	6	0
上三	7	0
总计	41	23

[1] 冯光生:《周代编钟的双音技术及应用》,《中国音乐学》2002 年第 1 期
 [2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编:《中国音乐文物大系·河南卷》,郑州:大象出版社,1996 年,第 84 页
 [3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编:《中国音乐文物大系·河南卷》,郑州:大象出版社,1996 年,第 86 页

各钟的双音结构可归纳为 16 种。

其中最多见的有：商（re）—羽曾（fa）、角（mi）—徵（sol）、羽（la）—宫（do）；

较多见的有：宫（do）—徵曾（^bmi）、徵（sol）—徵角（si）、宫角（mi）—宫曾（^bla）、羽（la）—羽角（[#]do）、商角（[#]fa）—商曾（^bsi）；

较少见的有：徵角（si）—徵曾（^bmi）、羽曾（fa）—羽（la）、徵曾（^bmi）—徵（sol）、羽角（[#]do）—羽曾（fa）、宫曾（^bla）—宫（do）、商曾（^bsi）—羽角（[#]do）、宫曾（^bla）—徵角（si）、商角（[#]fa）—羽（la）。

钟的双音沿袭了西周中晚期钟的“羽（la）—宫（do）”“角（mi）—徵（sol）”的小三度结构，并以此

为骨架，吸收了春秋中晚期出现的“商（re）—商角（[#]fa）”“徵—徵角（si）”“宫—角”的大三度结构，新增“羽（la）—羽角（[#]do）”“宫（do）—徵曾（^bmi）”“商（re）—羽曾（fa）”“商角（[#]fa）—商曾（^bsi）”“宫角（mi）—宫曾（^bla）”等大、小三度结构。这种大、小三度的有机嵌合，在 5 件钟内已可构成徵、羽、徵角、宫、羽角、商、徵曾、宫角、羽曾、徵等十个乐音。这样的嵌合，即考虑到骨干音优先安排在正鼓部，又兼顾了音列的密集性、合理性；这样的嵌合，也反映出当时的调音者对双音音程的控制能力和水平。

所以，双音之妙，还在于其双音嵌合之妙。

第三章 双音音列

钟的调音精确度很高。居于钟架中层的三组甬钟，是全套钟音域的中、高音区，负责主奏旋律，其音响最能体现其设计意图和调节水平。此外，作为并存的三个钟组，相互间具有一定的可比性。

据心理物理学对音准感测验结果，多数音乐家的音高辨别阈为6~8音分，他们对音准具有-10~+10音分的宽容度，对和声音准具有-38~+34音分的宽容度。如此相比，中层甬钟重复音的音分差绝大多数都在现代音乐家的音准宽容度之内。

第一，单音。

有22组重复音。其中半数以上重复音的音分差仅在15音分之内，其余的重复音的音分差则多在20音分之内。其中，中三1与中一4的正鼓音均为“姑洗之少羽”——A5-32，分毫不差；中二8与中三5的正鼓音均为“姑洗之羽”，音高分别为A4-50、A4-49，仅差一音分；此外，“误差”在3~5音分的尚有6组：中一9与中二9正鼓音，中一5与中二5正鼓音，中一11与中三7正鼓音，中二12与中三7正鼓音，中一11与中三7侧鼓音，中一3与中二3侧鼓音。近半数的共同音微音分值距离在15音分之内，余多数距离在20音分左右。音分值相差最远的有二例：其一，中一1与中二1侧鼓音，分别是C7+28、C7-33，相差61音分；其二，下一2与下二10正鼓音，均“姑洗之清商”，但音高却为D-18、D+60，相差78音分。相差最远的共同音基本上属甬钟音列的最高和最低音。

第二，双音音程

计小三度音程23个，音分值自242~343音分。以纯律小三度为316音分为标准，加入耳的宽容度±10音分，在此范围内共有13个（有一个为305音分，负11音分）；余1个偏高（为343音分）、9个偏低。

计大三度音程10个，音分值自375~425音分。以五度相生律大三度为408音分为标准，加入耳的宽容度±10音分，在其范围内者计6个；其余3个偏低，1个偏高。是五度相生律大三度（详见表6-4）。

这些双音音程精确到得以体现其原设计的律学意图，没有敏锐的听辨能力和磨砺技术是难以达到的。

与中层甬钟相比，下层大型甬钟的调音水平差距较大。

下层甬钟虽然均有标示双音的铭文（均铸在不易击奏的背面，不在敲击面），但侧鼓音多不如中、上层钟那样明显。其中以下一1、下一3、下二9、下二10等4件最大的钟较为突出，以至于闪光音准仪无法判断其音高。

每件大型甬钟的标音铭文虽然也有两个，但却标示在钟体背面。钟的正面侧鼓部相对于中层甬钟的击发处是整段的乐律铭文，如果撞击，势必会逐渐敲去这些特别镌刻的文字。演奏的需要和铭记功能间的“矛盾”，较合理的解释是大钟并没有实用侧鼓音。

虽然，大型甬钟内腔内的磨砺也包括了对侧鼓音的调节，但效果并不理想。如：以重复音相比，下一2与下二10的正鼓音均为低音区的“商”，其音高分

表 6-4 曾侯乙编钟双音音程对比表

中层一组					中层二组					中层三组				
出土号	正鼓音	侧鼓音	双音音程 音分值	音程性质	出土号	正鼓音	侧鼓音	双音音程 音分值	音程性质	出土号	正鼓音	侧鼓音	双音音程 音分值	音程性质
中一1	A6+25	C7+28	303	小三度	中二1	A6-15	C7-33	318	小三度					
中一2	E6+8	G6-50	242	小三度	中二2	F6-25	G6-24	299	小三度					
中一3	D6-40	F6-15	325	小三度	中二3	D6-22	F6-20	298	小三度					
中一4	A5-32	C6-18	312	小三度	中二4	A5-55	C6-39	316	小三度	中三1	A5-32	C6-45	287	小三度
										中三2	[♭] F5-45	[♭] B5-63	382	大三度
中一5	E5-63	G5-41	322	小三度	中二5	E5-60	G5-35	325	小三度	中三3	E5-45	G5-20	325	小三度
中一6	D5-58	F5-15	343	小三度	中二6	D5-48	F5-33	315	小三度	中三4	D5-30	F5-22	308	小三度
中一7	C5-64	[♭] E5-66	302	小三度	中二7	C5-43	[♭] E5-55	312	小三度					
中一8	A4-58	[♯] C5-59	401	大三度	中二8	A4-50	[♯] C5-37	413	大三度	中三5	A4-49	C5-24	327	小三度
中一9	G4-55	B4-73	418	大三度	中二9	G4-58	B4-83	375	大三度					
					中二11	[♯] F4-22	[♭] B4+3	425	大三度					
中一10	E4-45	[♭] A4-42	403	大三度	中二10	F4-70	[♯] G4-55	415	大三度	中三6	E4-55	G4-50	305	小三度
中一11	D4-45	F4-25	320	小三度	中二12	D4-55	F4-45	310	小三度	中三7	D4-50	F4-30	320	小三度
										中三8	C4-35	[♭] E4-40	295	小三度
										中三9	A3-30	[♯] C4-32	398	大三度
										中三10	G3-37	B3-27	410	大三度

别是：D2－18、D2＋60，相差78音分。又如：某些通过变换演奏部位而找到的侧鼓音，与正鼓音所构成的音程也有较大的误差。下二8、下二7两钟依标音铭文均应是大三度音程，参照中层甬钟的大三度，当在408音分左右，但该两钟的双音音分值实为277、485音分，不是太小，就是过大。相比之下，较小的几件钟的双音音程还比较规范，它们分别是：下二1，应为大三度，实为355音分；下二2，应为减四度（大三度），实为400音分；下二3应为减四度（大三度），实为405音分；下二4，应为小三度，实为350音分；下二5，应为小三度，实为325音分。但是，它们的侧鼓音清晰度较差、音量较弱、与正鼓音的平衡度较差。此外，下一1、下一2、下二9、下二10等几件较大的钟的侧鼓音甚至难以测听。其腔内的磨砺疑为铸后处理或调剂音色。

钟的低频制作十分困难。其受到人耳对于低频反应敏感度的局限，调音会遇到来自听力的困难。钟的体量大并不确保钟频低，还必须控制钟壁厚薄与钟体的比例关系。而要使钟壁薄又必须克服由此给铸造环节造成的难题。钟体大，调音加工量自然会增大，在工具并不先进的当时，艰苦的磨砺也需要有所节制。这些都是大钟难做的原因。

尽管如此，低频钟的成就仍然十分卓著。其低至C2的乐音，在所见古编钟中仍保持着低频记录。这还未包括由钟架刻文显示未下葬的一件“大羽”钟（正鼓音为A1）。

音乐是一个以声音为表现手段，以时间为过程的艺术形式。古代音乐的声音无法保留，音乐的音响形式无从知晓，但是，对古代编钟正鼓音上音列及模式的认识，可以帮助人们对比后世音乐所用的“音列”和“音阶”这些旋律用音的认识。可以在听不到旋律的情况下“看到”古代音乐中遗留下来的、曾被用做音乐组织基础的技术手段。在这个音高关系中，即使现代人对两千多年前的音乐理论及音乐实践有一个基本的估计。

编钟双音音程及其组合的变化，是钟乐发展需要对编钟音乐性能的改进。换言之，这种变化，体现了编钟由节奏性乐器发展到旋律性乐器的轨迹。

西周中期以后，8件甬钟为一组的编列形式和音列结构，成为通用的规格或制度。（见表6-5）

表 6-5 西周中晚期编钟音列表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
侧鼓音			徵	宫	徵	宫	徵	宫
正鼓音	羽	宫	角	羽	角	羽	角	羽

这种音列，以最大的第一、第二两钟构成羽—宫关系，其后则按每两钟一组（以正鼓音）构成角—羽关系成八度向上翻。在已知的西周钟之中，哪怕是出土件数不全的（其中或有可能原在铸造时就以6件为一套，甚至只以4件为一套的）只要其第三钟以后，残存者有相邻两钟一组者在，也都构成这种角—羽关系。《国语·周语下》说“钟尚羽”，可以从这种实际情况取得证据和真实了解^{〔1〕}。

〔1〕 黄翔鹏：《新石器 and 青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》（下），《音乐论丛》第3辑，北京：人民音乐出版社，1980年，第126页。

春秋早期,秦公钟因袭了西周钟的音列特点^[1]。(见表 6-6)

表 6-6 春秋早期秦公钟音列表

序 号	1	2	3	4	5
侧鼓音			徵	宫	徵
正鼓音	羽	宫	角	羽	角

春秋中晚期,侯马 13 号墓的晋国编钟有了发展:以 9 件钮钟为一组,起始音下行了一个大二度,增加了一个“商—商角”结构^[2]。(见表 6-7)

表 6-7 春秋中晚期晋国编钟双音结构及组合表

序 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
侧鼓音				商角	徵	宫	商角	徵	宫
正鼓音	徵	(羽)	(宫)	商	角	羽	商	角	羽

以下是曾侯乙编钟的音列:

一、上层各组

上层一组(见图 6-5):从标音铭文看,这是一组相当于^bE 为宫的音列。与其他各组相比,它的音列不完整,似有未完工的可能。

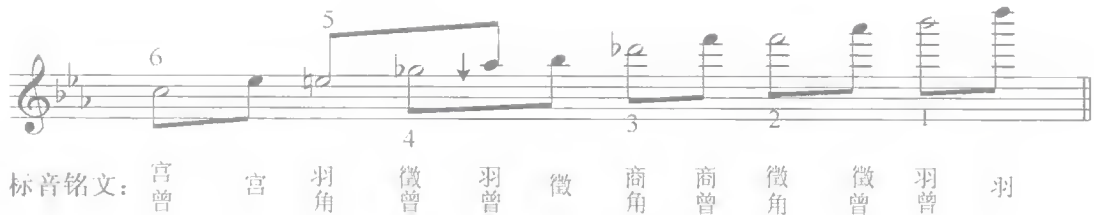


图 6-5 曾侯乙编钟上层一组音列及标音

上层二组(见图 6-6):从标音铭文看,这是一组相当于^bG 为宫的音列。与其他各组相比,它的音列也不完整,如未见“宫”与“徵”两音。

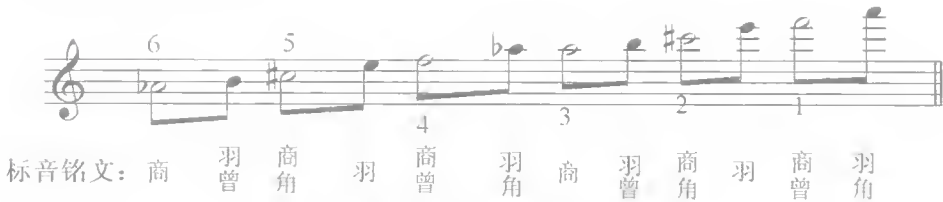


图 6-6 曾侯乙编钟上层二组音列及标音

[1] 力建军、蒋咏荷:《陕西出土音乐文物》,西安:陕西师范大学出版社,1991年,第32页。
 [2] 侯马钟的音响资料参见黄翔鹏:《新石器 and 青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》(下),第126页。为便于比较,本文五声之外的音名均取曾侯乙编钟铭辞中的名称。
 [3] 河南省文物研究所、河南省丹江库区考古发掘队、淅川县博物馆:《淅川下寺春秋楚墓》,北京:文物出版社,1991年,第131页。

上层三组（见图 6-7）：从标音铭文看，这也是一组相当于^bG 为宫的音列。与其他各组相比，它的音列也不完整，如未见“羽”音。



图 6-7 曾侯乙编钟上层三组音列及标音

经研究发现，上层二组与上层三组原应为一组合编的音列，共计 13 枚钟。除中层一组的横梁原有可供悬挂这组钟的榫眼后被填塞外，在合编后的各钟“钲部”还有“无铎（射）之宫”等铭文，与中层三组上各国间相比较的内容相同，也说明六个“阳律”的重要。下面是这两组钟合编后的音列及标音铭文（见图 6-8）：¹¹¹

从以上这组经合编后,并从“无铎之宫”开始的半音音列中,可以看到在“宫、商、徵、羽”这“四基”上完整的“辅—曾”关系。《国语·周语下》中有“(周景)王将铸无射,而为之大林”句。上三7号钟有“无

铎之宫”句，音高在^bG。上二6号钟亦有“黄钟之宫”句，据此可知周王朝的“黄钟”应在^bA。

曾侯乙编钟钟铭“卣音”“宣钟”“羸享”和“刺音”与《国语》中的“羽”“宣”“羸乱”和“厉”4个词相同，揭示了钟铭与《国语》可相互印证的关系^[2]，也使曾侯乙编钟保留下来的两千四百多年前周王朝“黄钟”的标准音高能让今人听到，实在是难得的事情。

铭文中并未见曾国的“黄钟”律名，但上二3号钟有曾国的“𨮒音之宫”（“𨮒音”即“应音”，与“应钟”相同）句，其音高在^bA。“黄钟”比“应钟”高一律（半音），曾国的黄钟应在A，比周王朝的“黄钟”高一律。



图 6-8 曾侯乙编钟上层二组与上层三组合编后的音列及标音

二、中层各组

中层一组（见图 6-9）：中层一组的音域从 d^1 至 c^5 （“小字 1 组 d ”至“小字 5 组 c ”），每一钟的正鼓音与右鼓音的敲击处都有标音铭文，即标示此处为“姑洗调”（相当于今天的 C 调）的某一音级：

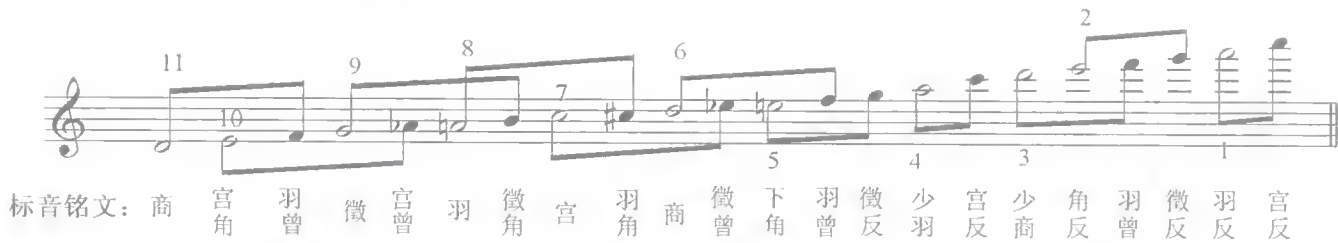
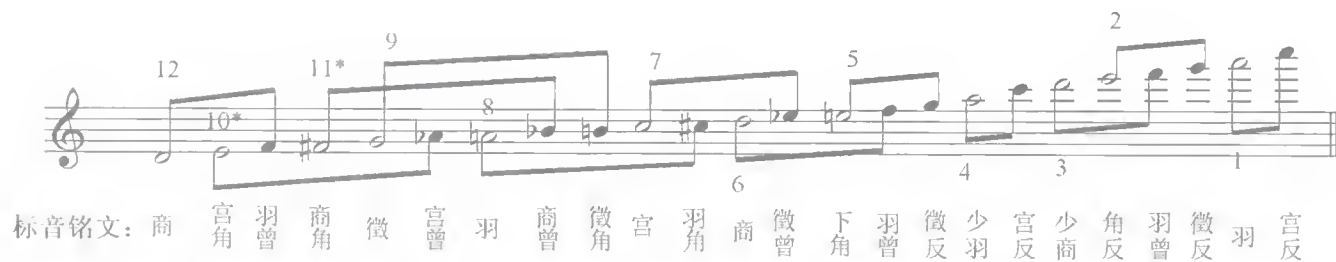


图 6-9 曾侯乙编钟中层一组音列及标音

[1] 谭维四、冯光生：《关于曾侯乙墓编钟钮钟音乐性能的浅见——兼与王湘同志商榷》，《音乐研究》，1981年第1期。

[12] 裴锡圭:《谈谈随县曾侯乙墓的文字资料》,《文物》,1979年第7期;裴锡圭、李家浩:《曾侯乙墓钟磐铭文释文说明》,《音乐研究》,1981年第1期;湖北省博物馆:《曾侯乙墓》,北京:文物出版社,1989年,第557-558页。

中层二组（见图 6-10）：中层二组的音域与中层一组基本相同，只是多了一枚出土编号为 11 号的钟，增加了“ $\sharp f-b$ ”两音，铭文分别为“商角”和“商曾”。它的音域也是从 d^1 至 c^5 （“小字 1 组 d ”至“小字 5 组 c ”），每一钟的敲击处都标有标音铭文，与中层一组相同：



* 出土时 10* 号钟与 11* 号钟位置互易。

图 6-10 曾侯乙编钟中层二组音列及标音

中层三组（见图 6-11）：中层三组的音域从 G 至 c^5 （“小字组 G ”至“小字 5 组 c ”），每一钟的正鼓音与右：



图 6-11 曾侯乙编钟中层三组音列及标音

三、下层各组

下层一组（见图 6-12）：



* “0”指此钟未下葬，但挂钟横梁有“大羽”铭文，故补此钟的两个音高。）

图 6-12 曾侯乙编钟下层一组音列及标音

下层二组（见图 6-13）：



* “下-3”指下层一组 3 号钟 此钟原应在“下-1”与“下-5”之间，因此处放置“楚王钟”被移“下-3”的位置，现放回原处。

图 6-13 曾侯乙编钟下层二组音列及标音

以上是整套曾侯乙编钟的全部音域与各组钟的音列及标音铭文。将各组甬钟的音列合编,得到以下关系:

从上图可以看到,在 A^1 至 c^5 (“大字一组 A”到“小字五组 c”) 这五个八度以上的音域里,每个音都标记了细致而丰富的标音铭文。完备齐全的半音音列和各组的正鼓音以七声为主便于演奏的音列排列形式,说明了曾侯乙编钟包含的音乐内容的丰富和音乐水准的高超。

曾侯乙编钟中层甬钟的音列构成是:三个钟组,变化音结构不同,如互为补充,可以在 c^1 至 g^2 的范围内具备半音阶序列。

与此半音列上、下行衔接的高、中音部分,变化音被精简,而显露出骨干:中音区自徵音起,以各钟

的正鼓音呈徵、羽、宫、商、角排列,为五声徵调式音阶。半音列以上的高音区,除五声之外,仅剩一个半音——羽曾 (Fa),而呈宫、商、角、羽曾、徵、羽、宫的六声音阶。下层钟虽有侧鼓音不明显的实际情况,但仅以各钟正鼓音排列,已可构成七声音阶。

“在一调的音阶至多需用到七声的时候,十二律的出现,本身就足以说明它是出于运用多调的音阶的需要。所以,有关这时候的音阶首音在十二律间移位的理论的记载,是可以相信的。”^[1] 曾侯乙编钟的半音列直接证明了《礼记·礼运》中“五声,六律,十二管,旋相为宫也”的记载,的确付诸实践。

黄翔鹏将一曲取唐代琴家陈康士《离骚》元素编成的《楚商》,用编钟实现了旋六宫的试验。

[1] 杨荫浏:《中国古代音乐史稿》上册,北京:人民音乐出版社,1981年,第42页。

第四章 双音原理

第一节 钟的乐器属性

在中国古代，钟在宫廷内外虽然被赋予了极高的政治和权势色彩，但它的“基本身份”还是一件敲击乐器，因为它身上具备了所有的乐器属性。

一、采用易于发声的材料作始振体

从理论上讲，任何物品当受到激发时都能发出声响，但有的比较容易，有的则比较困难。一般而言，固体中较薄、较硬的物体比较容易发声，如木板、金属板、石块等受到敲击就会发声；而较厚、较软的物体，如棉花、橡胶、海绵等，即使用力敲打也很难发出声响。这是因为较薄、较硬的物体具有较强的弹性模态，

适于受激振动。又比如树叶也有多种类型，有厚有薄，有软有硬，吹奏者总是选择那些相对较薄较硬的叶子衔而吹之，而不会用又厚又软的叶子。打击乐器，如编钟，采用容易受激发声的材料——板状青铜作为振动主体，道理亦然。

二、具有基本乐器声学结构

完备的乐器包含 4 个声学结构：

1. 振动体，即产生振动的物体，如弦乐器的琴弦、木管乐器的簧片、空气旋流（就边棱音乐器而言）、作用于铜管乐器的人的嘴唇，等等。

2. 激励体，即能够激发振动的物体，如弦乐器的琴弓、钢琴的琴槌，吹奏者和歌唱者胸腔中的气流等。

3. 共鸣体，即扩散发声体振动能量的物体，如弦乐器的琴箱、管风琴的共鸣管和歌唱者的胸腔、口

腔等。有些乐器的共鸣体同时还具耦合作用，即对发声体的音高起调节作用，如一些木管乐器的管、木琴和钟琴下面的共鸣管等。

4. 调控装置，即对乐器的音响和演奏性能加以控制的装置，如钢琴的击键和止音装置、管乐器的按键、手风琴的风箱等。

振动体和激励体是乐器的基本声学结构，没有它们，物体根本不能发声，当然就不能称之为乐器；而共鸣体和调控装置则起到完善乐器声音品质的作用。

三、易于演奏

一些自然物虽然具有易于发声和基本的乐器声学结构，但由于不易于演奏，所以也不能视为乐器，或至少不能视为常规乐器。譬如自然界有一些石头材料，能够发出悦耳的声音，人们常称之为“响石”。这些石头虽然相互敲击可以发出声响，但缺乏易于演奏的属性，所以仍不能称为乐器。但如果把这些石头打磨成片状，成编悬挂，就形成了易于演奏的编磬。

是否易于演奏也是考量乐器能否流传于世的重要指标。自古至今，只有易于演奏的乐器才会保存下来，

一般而言，乐器声学结构越完备，发声性能就越好。乐器的声学构成与乐器的形状和大小无关，有的乐器形状看似复杂，体积也很庞大，但其声学构成却很简单。譬如曾侯乙编钟，体积庞大，但声学结构只有振动体（钟壳）和激励体（钟槌）；而最简单的乐器发声方式——吹口哨，却是一个完备的乐器声学结构，既有激励体——胸腔中的气流、振动体——在嘴唇边缘产生的空气旋流，又有共鸣体——口腔，和调控装置——口腔周围的肌肉和舌头。

而那些不便演奏的会逐渐遭淘汰，久而久之便退出音乐的历史舞台。中国宫廷中一些雅乐打击乐器，如祝、敔等即属此列。

中国古代编钟恰恰具备了乐器的三个重要属性而成为世代沿用的敲击乐器。它采用了易于发声的材料——青铜薄壳；具备了乐器的基本声学结构——振动体（壳结构）和激励体（钟槌）；通过对钟体调音以及钟体的榦、旋式悬挂结构使编钟相对固定，从而具有易于演奏的属性。

第二节 钟声之源

所谓“双音”，是指在一个钟壳上能产生两个基音，具有这种性能的钟就称为“双音钟”。对它的发声机制的认识，是在曾侯乙钟出土后才得以完全肯定的。对于钟的声学性能古代人除了在艺术技术上有所创造之

外，又有哪些相关的科学认识？今天的人们又如何检测双音钟的乐音？下面从物体的发声原理切入，在对钟的不同形态、结构和振动模态（modes）分析的基础上，进而论述中国编钟产生“双音”的物理原因。

一、欧阳修的诘难

北宋文学家欧阳修在《六一笔记》中，曾提出钟声来自何处的问题。“甲问于乙曰：‘铸铜为钟，削木为槌，叩钟则铙然而鸣，然则声在木乎？在铜乎？’乙曰：‘以槌叩垣墙则不鸣，叩钟则鸣，是声在铜。’

甲曰：‘以槌叩钱积，则不鸣。果在铜乎？’乙曰：‘钱积实，钟虚中，是声在虚器之中。’甲曰：‘以木若泥为钟，则无声。声果在虚器之中乎？’”^①

① 欧阳修：《六一笔记》，见涵芬楼本《说郛》卷七十六

这一问一答的对话，称之为“发声诘难”^[1]。古代人对此疑问很难解答。其中，这最后一问的“木若泥”，大概是干燥厚实的泥板。以木棒敲铜钟、厚实巨墙（垣墙）、铜钱堆积成的钱柴（钱积）和泥土钟，前者有声，

后三者无声。对尚无现代科学思想的古人来说，这个问题很容易将人问倒。而从今天的科学知识看，回答这个问题似乎很简单。下面从声源、耳朵与声音谈起。

二、声音与声源

本书所说的“声音”是指人耳能感觉到的那一部分，物体振动的频率在20Hz～20000Hz之内，人耳都能分辨出来。低于20Hz的声音，称为“次声”；高于20000Hz的声音，称为“超声”。借助科学仪器人亦能分辨它们。声音又有“乐音”与“噪音”之别：前者有一定音高规律，形成某种音阶关系；后者是杂乱、刺耳和无规则的声音。

声音是怎么产生的呢？一般来说，它是由作为声源的物体振动引起的。给予声源一定的能量或压力（例如打击、摩擦、撕裂等），声源发生振动，从而又引起周围的空气压强产生相应的变化，形成了波动，传播到人耳，引起耳膜作相应的振动，于是人们就听到声音。这种声音若符合乐音规范，人们便听到悦耳的音乐。

声源的振动与声辐射在介质中的传播，二者易被混淆。例如，1989年出版的《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》第1页将“音乐”定义为：“音乐是凭借声波振动而存在、在时间中展现，通过人类听觉器官而引起各种情绪反应和情感体验的艺术门类。”这个定义不提声源与空间，而“声波振动”一词又给人带来这样的错觉：在介质（如空气）中传播的“声波”还会发生“振动”。实际上，振动在声源，声源辐射能量引起其周围介质分子的压强或能量作周期性变化，则称为“声波”。波动在介质。振动与声波既有因果关系，又是不同的两个物理概念，更不能理解为“声波振动”。

三、钟体壳振动

音乐的声源是人的喉舌或乐器。按声源的材料将乐器分类，这是一种文化传统。古代中国人照此分类法，称为“八音”。《周礼·春官·大师》说：“播之以八音：金、石、土、革、丝、木、匏、竹。”按物质材料将乐器分类，暗含了强烈的音色特征。有趣的是，英国学者李约瑟博士（Dr. Joseph Needham）在其著作《中国科学技术史》第4卷第1分册《物理学》中，将这“八音”二字英译为“eight sources of sound（八种声源）”。自然，也可以将这“八音”乐器按现代音乐学或物理学进行分类。

在音乐上，乐器通常被分为弦乐器、气鸣器、膜鸣器、体鸣器和电声器。编钟属于体鸣器。在物理学上，人们往往按照乐器的振动方式进行分类。所有弦

线式乐器都按照两端固定的弦振动原理发声：管（如笛）、空腔（如埙）等是按其内空气柱（或球）振动发声；簧和簧管（如笙）是按照杆（簧片的厚度、宽度远小于其长度）振动发声的；鼓是按照薄膜振动发声的；磬、铎、方响、古代铜鼓是按照板振动发声的；而钟、缶、木鱼、鐃等按照壳振动原理发声。较早时期的一些音乐或乐器著作和教科书，将钟作为按照板振动或弯曲板的振动发声的说法需要更正。由于壳体形状与其振动频率和模态密切相关，为了研究和计算方便，又按钟壳的形状细分为圆锥壳（对应于圆形钟）、椭圆锥壳（对应于中国编钟）。曾侯乙编钟属于壳振动（shell vibration），而且绝大部分属于椭圆锥壳。

[1] 戴念祖：《中国物理学史大系·声学史》，长沙：湖南教育出版社，2001年，第82页

四、对欧阳修关于发声诘难的回应

发声诘难中述及的“垣墙”“钱积”，虽用木棒敲击而无声，有三个原因：一是外力作用大小，不致使墙体振动；二是发声体如“钱积”太厚，中又有缝隙，外力不能使整体发生振动；三是因其厚而振动频率高，振幅太小，不能引起周围空气压力的周期性变化。“木若泥”不发声响，是其内部组织结构太松散，一敲打即破裂或粉碎，也就无振动可言。

然而，用木棒或槌敲钟，按牛顿的相互作用原理，木棒似应有声。但是，人们只听到钟声，何故？因人手持木棒，木棒的振动被人手压迫而受阻。相反亦然。如人持小铁锤敲打自由悬挂的木棒，听到木棒声而不闻小锤金属声。因此，以槌敲钟，“是声在铜”的答案基本上是对的。至于“声果在虚器之中”的说法是不对的。根据对编钟的声辐射指向实验，证明钟由空

气振动的影响比较小，而钟声的辐射压在钟开口的平面内，可以将它的辐射看作是在钟口平面上的一个椭圆环声源。^[1] 欧阳修所以认为“声在虚器之中”，可能受到刘熙《释名》的影响。《释名·钟》曰：“钟，空也。空内受气多，故声大。”刘熙的这一错误解释，在现代还有些影响。

“是声在铜”的答案基本上是对的，但其中仍有错误之处。钟的类型、大小和敲钟方法决定了钟声的激发方式。欧洲的圆形钟里，有些大钟重达十几吨，以钟舌敲打声弓发声，当钟舌敲出声弓时，就相当于两个悬挂物的碰撞，钟舌也会产生声音，人耳听到的是二者的混合声或复合音。

下面分别叙述不同形状结构的钟及其不同的振动模态，因而产生的不同的声调与声感。

第三节 编钟的乐音性质

中国古代编钟的声音类别比较复杂，这里仅讨论以曾侯乙编钟为代表的周代中晚期的编钟。

如果单纯从主观听觉角度讲，周代编钟的音响似乎属于乐音范畴，因为大多数人都能从中感觉出某种音高。但有时也有这种情况发生：对同一枚编钟，不同的人会产生不同的音高判断，这种情况往往在低音钟上体现得更为明显，这是什么原因呢？

凡打击类乐器，如鼓、锣、鐃、木鱼、梆子等，大多属于噪音乐器，而管、弦乐器，如箏、古琴、笛、箫等，都属于乐音乐器。这是由这些乐器振动体的性质所决定的。打击类乐器的振动体材料不外乎膜（如鼓）、板（如锣、磬）、棒（如梆子）和壳（钟），而乐音性乐器的振动体不是弦就是空气柱。前者的振动形式比较复杂，受激振动产生的泛音与基音之间不是简单整数比的关系；而后者的振动形式比较规则，受激

振动产生的泛音与基音之间都是简单整数比的关系。

从下面两个乐器的频谱图上可以清楚地看出这一点。图 6-14 是一把小提琴的频谱，图 6-15 是一个中音锣的频谱。图中的竖线标示着乐音中包含泛音的情况，小提琴的泛音之间音程距离非常规范，而中音锣看起来却非常杂乱。造成这种情况的根本原因在于小提琴的琴弦受激后会产生有规则的振动，而中音锣属于板振动类型，受激后不能产生规则振动，由此导致泛音列杂乱无章，人们听起来也就没有一个稳定、明确的音高。

从振动类型上讲，编钟也属于板振动（确切地说是壳振动）乐器，按理说其受激发声也具有噪声的性质。但由于古代制钟大师对编钟的外形和钟壁厚度加以巧妙设计和加工，使钟壁的振动模态得以改变，因而可以产生悦耳的音响。其设计加工的重要原则，就

[1] 蔡秀兰：《椭圆锥钟声辐射的指向特征》，《声学学报》，1982年第5期。

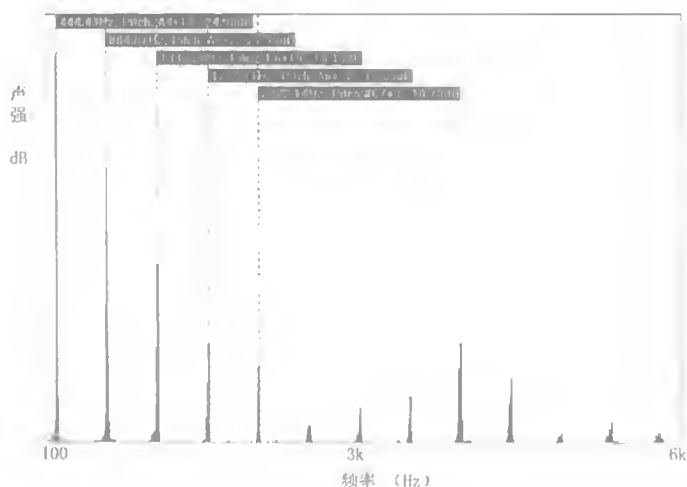


图 6-14 小提琴频谱

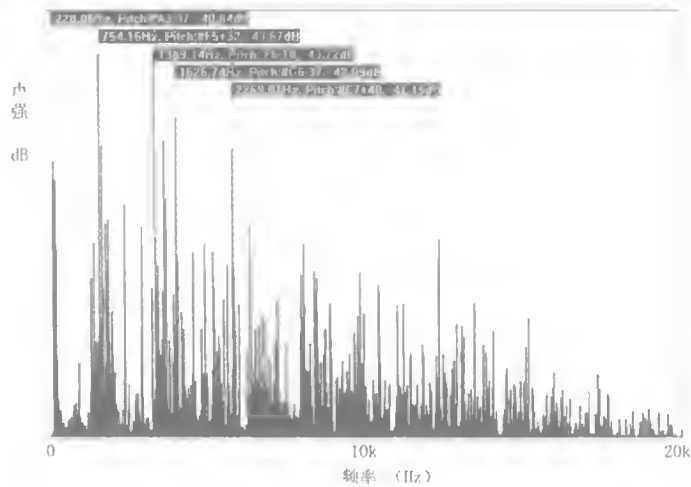


图 6-15 中音钹频谱

是尽量突出钟壁局部振动产生的基音能量，抑制局部以外区域的不谐和泛音能量。当把一枚编钟的钟壁处理成两个局部振动时，激励不同局部就可以发出不同高度的基音，这就是双音钟的发声原理。

古代制匠大师虽为能工巧匠，但也无法从根本上改变编钟本身所具有的壳振动的声学特点，即不能像弦振或空气柱振动那样发出非常和谐的音乐。最理想的情况也不过是把基音与不谐和泛音之间的能量差距尽可能扩大而已。曾侯乙编钟的频谱分析说明，那些听起来比较悦耳的编钟，其频谱中也带有一些与基音呈不谐和关系的泛音。

图 6-16 是曾侯乙编钟中三 9 号甬钟的声音频谱，为清楚起见，在频谱下面附带了五线谱，以指明频谱中各泛音的具体音高。

从图 6-16 中可以看出，此钟的基音为 A3，但上面第一个泛音却是 bE5 ，第二个泛音是 G5，与基音都不构成谐和关系。但由于这两个泛音的能量与基音相比要小得多，因而该钟听起来还是一个比较明确的 A3 的音高。但要注意，该钟的第 4 个泛音是 bE6 ，而且其能量比较高，加之这个音又正好处于人耳听觉敏感区（1000Hz ~ 5000Hz），因此在人们听觉中除了有一

个比较明确的 a 音，还会有一个稍弱的不和谐的 bE 音。对于不了解编钟特性的人来说，很可能会把这个音视为该钟的音高。对调音质量较好的编钟尚且如此，对于一些调音较差的钟，就更容易产生音高歧义了，这就是对同样一枚钟会产生不同音高感的原因。

古代钟匠虽然可以让一个钟发出两个不同音高的乐音，但这种技术只是在一定的频率内有效，据测量分析，大约在 100Hz（约为 G2）以上频率范围。对低于 100Hz 的编钟来说，由于存在体积庞大、振动模式复杂等因素，即使再好的调钟师也无法对壳振动本身存在的不谐和泛音成分加以抑制，因此低音钟的音响总是比较浑浊的。再以曾侯乙编钟下一 1 号低音甬钟侧鼓音的频谱图为例（见图 6-17）。

图 6-17 中显示，侧鼓音的基音为 $^bE2 + 14$ （音分），频率为 78.42Hz，在 100Hz 以下。该钟几个主要泛音的音高分别为 F3 - 29、A3 - 37、 $^bE4 - 43$ 、 $^bE4 - 7$ 和 E4 - 35（图中带 × 的尖峰），不仅没有一个与基音构成谐和关系（只有 $^bE4 - 7$ 比较接近），有些竟然是构成小二度（E4 - 35）和增四度（A3 - 37）关系，加上低音编钟余音较长，且没有止音装置，一旦敲响便一发而不可收。可以想象，在这种本身充满不谐音列

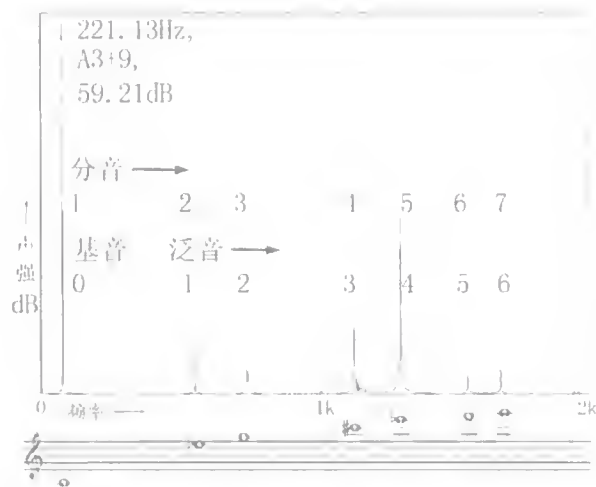


图 6-16 中三 9 号编钟声音频谱



图 6-17 下一 1 号编钟侧鼓音声音频谱

的乐器上，如果还沿用传统和声观念进行创作，必然出现大量不谐和、甚至刺耳的音响成分，实际效果出乎作曲家意料之外也就不足为奇。

由于编钟的乐音具有上述性质，因此作曲家在为编钟编配乐曲时，一定要注意这个问题，绝不要凭想象把低音编钟作为纯粹的低音乐器来使用。实际演奏

时，一些低音编钟的音响过于嘈杂，与管弦乐队的音响极不相融。有些作曲者不得已只好让编钟演奏者“虚敲”，以尽量减少噪音成分，保证总体音响效果。之所以出现这种情况，主要原因还是作曲者对双音编钟发声的乐音性质没有了解清楚。

第四节 圆钟的结构与特性

“圆和球是最完美的形式”，这是古希腊哲学家柏拉图的名言。欧洲人喜好圆球形钟或许与此哲学思想相关。本节重点介绍圆形钟的结构及其物理特性。

一、从振动说起

先从一些简单的振动模态说起。

假设一条弦线，两端A、B固定，弹拨其上某一点C，它会发生如图6-18的振动。图6-18中上图为基频振动，中、下二图为泛音或谐波振动，并称其为第一、二分音。无论基频还是分音，都有一些点上的压力与通常状态相同，如A、B、C、D，这些点就称为“节点”或“波节”；也有些压力最大的点，其振幅应最大，称之为“腹点”或“波腹”。图6-18是将分音分别画出的分解图，还有许多分音未画出来。实际的图形近似图6-19。图6-19也仅画出弦线AB的二等分（第一分音）、三等分（第二分音）、四等分（第三分音）直到六等分（第五分音）的图。实际的振动图也不只这些。每一条曲线都是弦线的一种振动模态。

管内空气柱的振动模态如同图6-20。管子闭口端总是波节，如图6-20A；开口端总是波腹，如图6-20B。图6-20只绘出基音和第一、二音的振动模态。

如果薄膜和板二者的几何形状相似，则振动模态也基本相同。自然，它们比弦与管的模态复杂些。如图6-21，一块正方形铜板，其中心点为支撑点，用弓弦拉动其任一边的中央，振动模态如图6-21a；用弓弦拉动其四角之任一角，其振动模态如图6-21b；若

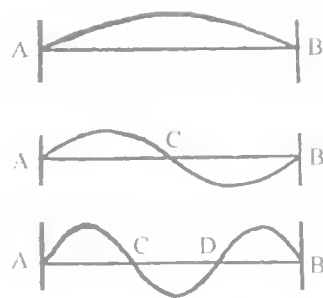


图 6-18 两端固定的弦振动模态分解图

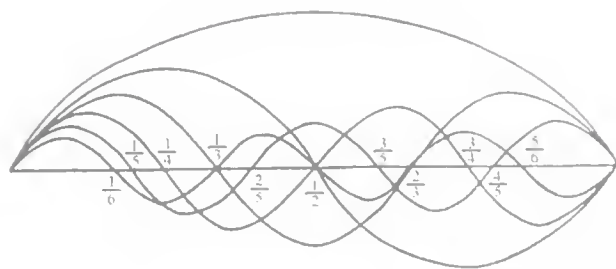


图 6-19 两端固定的弦振动模态，含基音和五个分音

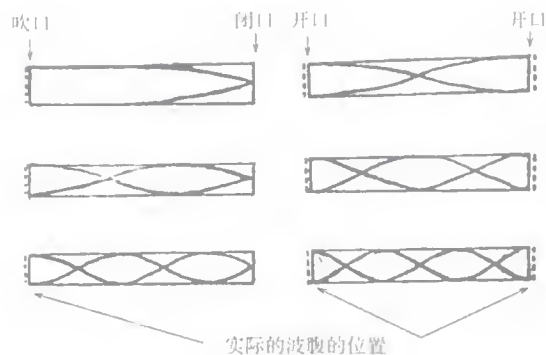


图 6-20 管内空气柱的振动模态，左为闭口管，右为开口管

弦拉动其边上某一点 A，又用另一手按住 A 旁之一点 B，则振动模态如图 6-21c。图 6-21 中粗黑线称为“节线”。随薄膜或板的几何形状之不同，用力点与压点之不同，其振动模态可说是千变万化。

至于钟、缶一类壳振动，其振动模态更为复杂。它与钟的几何形状、内部结构和悬挂方式都有关系。我们从比较简单的图形中说起。

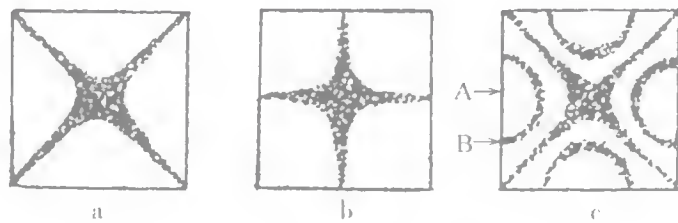


图 6-21 正方形薄板的振动模态

二、圆钟的声弓

所谓“圆钟”或“圆形钟”，是指钟的横截面为圆形，而钟壳实为圆锥形。壳体可以是开口型，也可以是闭口型。圆钟非常普遍。如西方教堂钟，西方用于音乐演奏的乐钟，现代音乐舞台用的小钟铃，梵钟，朝钟，屋脊上风铃、风铎，动物装饰铃，等等，都是这种类型。

西方圆形乐钟的结构如图 6-22。它的外表光滑，内壁平齐，从钟顶到钟口的内壁厚度成一弓弧形，钟唇处最厚，称之为“声弓”。钟体内有钟舌，舌下端挂有舌锤，锤的位置可以通过舌抽调节，令舌锤打击声弓发声。钟规是悬挂部件，顶栓与冠钉用以悬挂钟舌。钟舌可以摆动。小钟铃或手摇钟，手摇动钟柄，钟舌上舌锤即敲击声弓而发声。人的教堂钟或乐钟，甚至需要多人拉动系于钟舌上的绳索，才能让钟锤敲打在声弓上。圆钟是自由悬挂的（如图 6-23），因敲打，钟体会晃动。

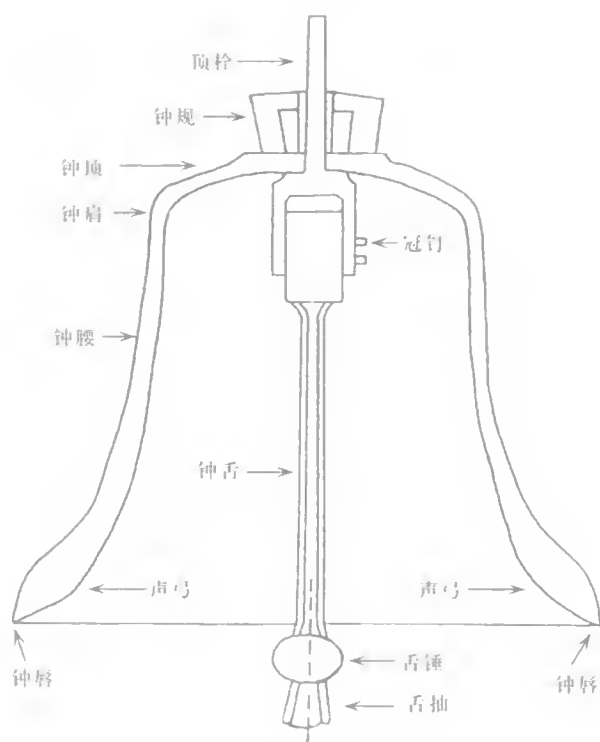


图 6-22 西方圆形乐钟

图 6-23 中的圆形钟，若作乐钟使用，则其钟顶与钟唇往往无明显分界。它们成为一个球冠形状。

值得注意的是，圆钟的声弓结构都是整齐划一的，即在圆面上任一处的弧形状与其他处完全相同。这种声弓结构能够产生许多悦耳的泛音，能够充分表现青铜金属所特有的音质。所以声弓结构是乐钟必不可少的条件之一。乐音是通过磨锉声弓的厚度而得到的。在整个欧美，从 19 世纪起，只有荷兰和比利时才有极少数几个商行会铸造并调制圆形乐钟。

从几何形状及声弓结构看，圆钟之一，特别是西方的圆形钟大都类似郁金香形。加上它的悦耳和悠远的声音，确实使人为它体态的完美而陶醉。敲响大型圆钟，其声缭绕不绝于耳，“嗡—嗡”之声给人“时近时远”“高低起伏”的声音享受和美感。钟一旦晃动又立刻产生变化声，且按照一定规律随时变化。1960 年

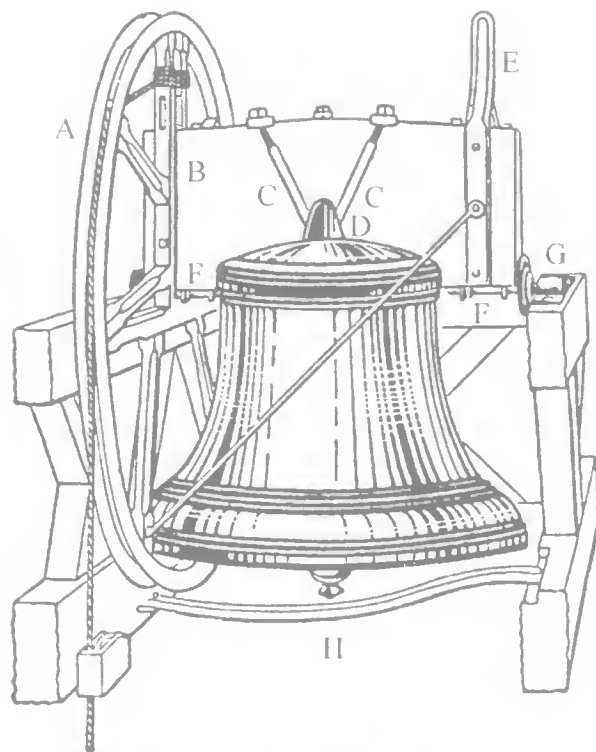


图 6-23 西方圆钟的悬挂方法

A 缚有绳索的轮；B 钟架头；C 捆扎带或拴绳；
D 现代型的钟顶轴；E 支柱；F 舵轴（或耳轴）；
G 黄铜轴承衬（黄铜轴可在此转动）；H 滑板

4月9日，埃塞斯钟铃改革协会（Essex Association of Change Ringers）在圣迈克尔（St. Michael）教堂做了记录钟声实验，钟声居然连响了11小时45分钟，并且共有平缓轻大调的22400变化音^[1]，令人惊叹。

三、“完美”有“缺”

先谈谈圆形乐钟的振动模态。

如前所述，圆钟属于圆锥壳体振动。敲击其声弓的任何一点，都会产生许多振动模态，而且振动模态与其他任意被击点都相同。每一个振动模态都有一个相应的分音（或称泛音）。由于圆对称，圆钟任一振动模态的经向振动线都是偶数（见图6-24）。

所谓“经向”是从钟顶到钟口的竖点方向。还有“纬向”节线，它可以是奇数，也可以是偶数。经向与纬向的节线同时出现的振动模态是相当复杂的。因此，被击圆钟的声音实际上是许多分音的复合声。一般来说，只有经向4节线而无纬向节线的模态是圆钟的基音。节线数越多，频率与分音越高。通常还会出现这样的情况：经向节线为 n （偶数）而无纬向节线的模态与经向节线为 $(n-2)$ 而多一条纬向节线的模态相比较，前者的频率小于后者的频率。经向节线数相同而纬向节线增加一条，其频率数就会增加许多。

频率相近的分音会产生拍频声。丰富的拍频声是圆钟的重要特点之一。拍频声加强了钟声效果。但是，高频率或高分音的拍频现象不对听觉起重要影响。一般的圆钟，拍频声出现在第三分音及其以下低频分音，它使圆钟之声有强烈的抖动感，显示钟声“威力”，使听者感受到“嗡—嗡”的时远时近与时起时伏的状况，并且较长时间不衰减。铸于明永乐年间（1403—1424）的永乐大钟，其振动模态和发声与欧洲圆形乐钟相同（见图6-25）。

第一个对圆钟作出系统研究的是英国物理学家瑞利勋爵（Lord J. W. Rayleigh, 1842—1919），在19世纪90年代研究了教堂钟的较高的振动模态，^[2]他在《声学理论》一书中总结了圆钟的振动频率与壳体合金、钟壁厚度、上下半径与高度等参数的关系，并指出频率与模态关系密切。^[3]他没有发现“双音”现象。从

除了郁金香形圆钟之外，还有钟口为莲花瓣型的圆钟以及收缩口唇式的圆钟，后两者多见于中国、日本、印度以及缅甸等东南亚国家，而且多数为梵钟或朝钟，它们与郁金香形有着类似结构和发声特征。

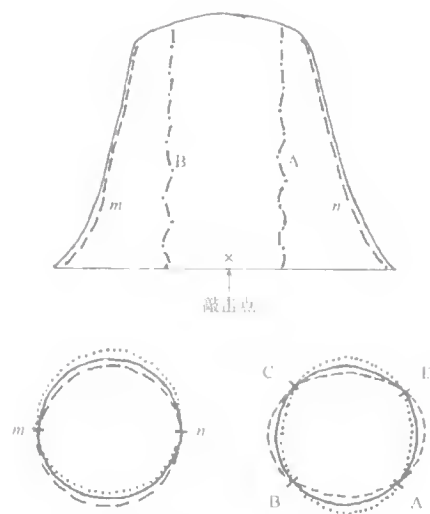


图6-24 圆形钟的振动模态
上图为纵剖面图，虚线 m 、 n 对应于2节线模态，如下左图；点虚线对应于4节线模态，如下右图

瑞利之后，似乎一钟壳一个基音是理所当然的了。此后，对圆钟的频谱分析及测音试验，均表明圆钟声有以下几种主要的分音（见图6-26）：

1. 嗡声；2. 基音；3. 小三度，即基音上小三度；
4. 五度，即基音上五度；5. 标名音，即基音上八度；
6. 谐和十度，即基音上八度加大三度，等等。^[4]

这里所谓“标名音”如同中国古代将某枚钟称为“大吕钟”“无射钟”一样。

又有一说，“标名音”也即敲击声，它是人们听到某一种的一系列分音中给定音调的那一个音，也就是第5分音的下方八度。^[5]如第5分音为B5，它的敲击声或者标名音就是B1。另有一说，基音和标名音不正好八度，敏锐的耳朵能察觉出敲打瞬间的另一频率，它才位于标名音的下方八度。这个音就是“撞击音”。这是一个非常短促的声音，因为它不具有与其他分音相同的性质，而是一个合成音，它随标名音的下方八度音而变为基音的部分。^[6]总之，圆形钟的声音组分如此复杂，以致难于将其基音与各分音关系表述清楚。

[1] Revised by J.M. Bowsher, Alexander Wood's the physics of Music, London: Chapman and Hall, seventh edition, 1975, p.152.

[2] A.T. Jones, Sound, New York, 1942, Ed. 2, p.186.

[3] Lord Rayleigh, Theory of Sound, Dover Pub., 1929, Vol. I, pp. 391, 446-465.

[4] A.H. Benade, Horns, Strings and Harmony, New York, 1960, p.61.

[5] Alexander Wood, The Physics of Music, Revised by J.M. Bowsher, London: Chapman and Hall, seventh edition, 1975, pp.153-154.

[6] Edited by Stanley Sadie, The New Grove Dictionary of Music and Musicians, "Bell", London: Macmillan, 1980.

无论圆钟的崇拜者认为它有多么完美，被击圆钟的听觉声感过程都是：首先是一个响亮甚至刺耳的铿锵声，接着立即出现各种模态的混合声。高次分音消失之后，甚至留下深沉、模糊的嗡嗡声。这嗡嗡声一般长达几秒，甚至十几秒、几十秒，随钟的大小而定，越大的钟嗡嗡声越长。图 6-26 是西方 20 世纪在钟琴中使用的



图 6-25 永乐大钟 明 藏北京古钟博物馆

一个调音极好的圆形乐钟的声频谱，其嗡嗡声和基音的衰减比率为 $3/5$ 。这就是说，假定基音在 3 秒钟内衰减殆尽，而嗡嗡声还要延长 2 秒钟。由于圆钟自由悬挂，因晃动又产生并加长了嗡嗡声和拍频声。这样的钟声在教堂、寺庙等场所会令人产生庄严肃穆之感，但将它作为乐器使用，却有难于克服的严重缺点。乐器设计者总是希望前一个音很快衰减，以便演奏下一个音。然而，由圆钟组成的编钟，只能在极为平缓的慢

节奏中演奏。否则，连续敲打几个或十几个钟，势必发生声波相互干扰，人们根本无法辨别其乐音何在。

为了使这种编钟声衰减快些，西方人改变了钟体悬挂方式，由自由式变成固定不摇晃的挂死法。自由晃动的钟舌也改为不摇晃的小钟锤，但这已是 19 世纪末 20 世纪初的事了。

虽然，圆形编钟提供了悦耳的、富含泛音的青铜金属之声，但是，“应当直爽地承认，它们实际上几乎是不能实地使用的乐器”。^[1]

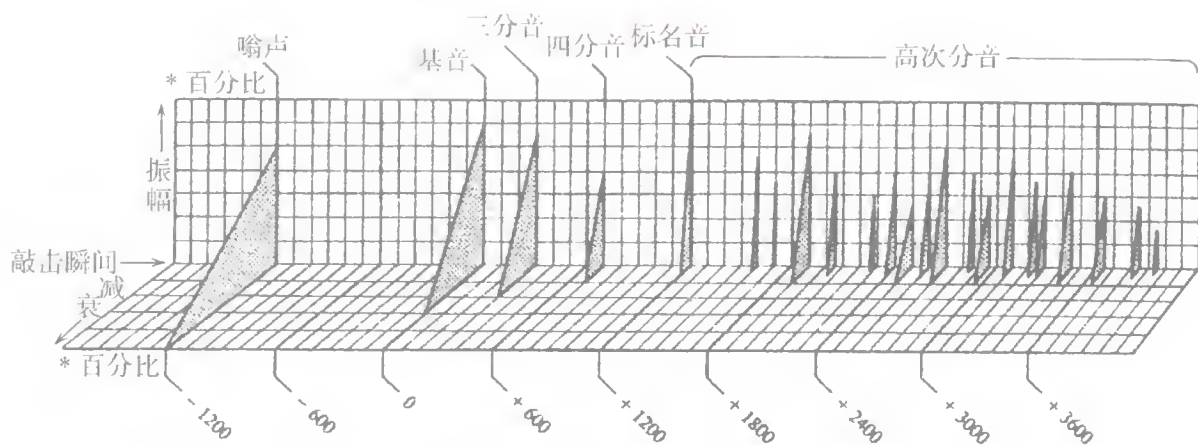


图 6-26 已调音的钟琴内某一钟的各分音及其振幅和衰减图
引自 The New Grove Dictionary of Music and Musicians, “Bell”, Macmillan. 1980.

[1] 维多尔：《现代乐器学》下册，金文达译，北京：人民音乐出版社，1959 年，第 84 页。

四、圆钟之源

在谈及钟的起源或其根在哪里之前，先要了解东西方人对钟的规范差异。欧洲近代物理与音乐教科书中关于钟的规范，除了金属（如铁、青铜等）制造的壳体外，还包括青铜、陶瓷制造的摇响器，用于演奏的玻璃杯、瓷碗等。凡是在物理学上属于壳振动的乐器都称为“钟”（bell）；而中国人仅将金属制造的壳体称为钟。《古今乐录》曰：“凡金为乐器者，皆钟之类也。曰钟，曰搏，曰鐸，曰钲，曰铎。”^[1]除此之外，如同陶土制摇响器，古人称为“缶”的陶土碗、杯、盅等用于演奏壳式物体均未列入“钟”类乐器之内。以下的叙述遵从近代西文惯例。

古希腊、罗马和两河流域的铸铜技术和青铜文化起源甚早，也早于中国。他们用铜或其合金制造武器、生产和生活用品。据考古发现，公元前2000年古埃及出现了闭合式陶铃（crotals），直到公元前10世纪才有青铜制开口小钟铃。公元前10世纪，亚述王朝也有小铃；印度僧侣在公元前5世纪才使用小钟铃作为法器。^[2]相比之下，中国古代青铜文化虽然晚于西方，但青铜钟的起源却要早得多，其中包括圆形钟。

在长江中上游，甚至下游曾出土大量的属于新石器时代晚期（前2500—前2000）的陶制摇响器，其中最常见的为球形。其内装有小丸，手摇动响器，发生碰撞声响。对于这些远古文物，考古界定名为：陶球、响器、空心球、陶铃、陶响铃或陶响器。至于其用途，或说“玩具”，或说“击乐器”，或说“娱乐用具”。^[3]在欧洲乐器史上，称其为哗唧器（rattle）或钟（bell）。^[4]从振动模态看，它们与钟壳完全相同。因此，这类摇响器是青铜圆形钟的真正始祖。

在进入青铜时代后，古代中国人制造的圆形青铜钟比“扁形”钟相对较少，相应的考古发现也不多。或许，正是由于圆钟不能作为乐器使用，先秦人才不重视它。可以说，礼乐与平政的观念影响了圆钟的发展。但是，他们并非没有制造过圆形钟。作为人类本身的装饰铃，考古发现不在少数。

尤有意思的是，1986年四川广汉三星堆发现两具钟铃，一个是仿植物果实的铜铃；一个类似花蒂形铃。前者是西方青铜钟史上常称为“crotals”的早期青铜钟；后者之花萼下圆果正是圆形钟，其中心花蕊即是后来西方圆钟的钟舌，二花瓣在其后千余年演变为莲花口唇的梵钟。这两具钟铃是公元前12世纪的文化遗存，是迄今所见最早的圆形青铜钟。^[5]它们的发现成为欧洲人断定“钟铃起源于植物果实”^[6]最早的实物证据。

至于圆形钟在中国的历史概况，略述如下：

古代编钟中的搏钟，大多数形体被称如“椭圆”体和“橢方”体，较之“扁圆”的合瓦体，其更应类属圆形钟。1985年陕西眉县西周窖藏出土的3件搏钟，光绪二十六年（1890）陕西扶风法门寺任村西周窖藏出土的克搏，1978年1月宝鸡县杨家沟太公庙窖藏出土的春秋前期的一组秦公搏，等等，都属此类钟，而且钟口也是平的。

在春秋战国时期，一种并没归于钟类的青铜打击乐器——鐸于，形体也接近正圆。

常与鐸于相伴使用的青铜钲，腔体多为圆筒形。钲属非编悬类钟，多单件使用，被视为军用响器。在四川的广汉、涪陵、黔江，湖北的江陵、当阳、秭归、建始，湖南的慈利、泸溪大陂等地，都出上有战国时期的圆筒形钲。如湖北建始安乐钲，其舞广11.6、舞修11.2厘米，铣间13.7、鼓间13.2厘米，属典型的圆筒形钟腔。^[7]又如湖南泸溪大陂流钲，共10件，其鼓间与铣间之差，仅在毫米之间，几近正圆。^[8]

同样，在战国时期，中原周边地区存在着一种圆形钮钟。如江西修水曾家山钮钟、湖北鄂州坝角村钟、湖北通山黄沙乡钟等，其与合瓦形的钮钟共同存在，却未成为主流。值得注意的是，在江苏无锡鸿山周越国贵族墓葬群出土的越系圆钟，达150件之多，虽属瓷质或硬陶质明器，但制作规范，且多与其他乐器同出于乐器坑，可证同类钟的形制和实际存在。据考古发现，此类钟分布于江苏绍兴和浙江长兴、海盐、余杭等地，均出自越墓，故称越式圆钟。

[1] 释智严撰，马国翰辑：《古今乐录》，见唐代徐坚：《初学记》卷十六，“钟”。

[2] Edited by Stanley Sadie, *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, “Bell”, London: Macmillan, 1980.

[3] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第65-83页。

[4] C. Sachs, *The History of Musical Instruments*, London, 1912, pp. 71, 200. 也见《简明不列颠百科全书》，“哗唧器”条，中国大百科全书出版社，1985年。

[5] 陈德安，等：《三星堆·长江上游文明中心探索》，成都：四川人民出版社，1998年。

[6] C. Sachs, *The History of Musical Instruments*, London, 1912, pp. 71, 200. 也见《简明不列颠百科全书》，“哗唧器”条，中国大百科全书出版社，1985年。

[7] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·湖北卷》，郑州：大象出版社，1996年，第66-67页，第72页。

[8] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·湖南卷》，郑州：大象出版社，2006年，第138页。

大约从汉武帝时期开始,钮钟绝大多数趋于近圆形或圆形。如临淄稷山钮钟、长杨汉墓素钮钟、汉元帝渭陵钮钟钟体已偏椭圆,曹娥墓陶钮钟和绵阳永兴陶编钟的钟体则呈现出圆形或近圆形,到了两汉时期,西南地区的筒形编钮钟的钟体也都是圆的,之后圆形钟成为主流。^[11]

东汉以降,随着佛教文化传入中国,寺庙建筑逐渐增多,圆钟或铃在寺庙里是常见的梵钟或法器。随着佛教的传播,圆钟在寺庙、宫廷和各级权力机构找到了用途,并得到发展。后来,人们制造圆钟的技术极为发达,并传播到周边国家。明代宋应星的《天工开物》对其铸造技术记述颇详^[12]。现在北京大钟寺的“万钧钟”,重约43.5吨,铸于明永乐年间,也是世界上最古老的大钟之一。这些钟有几类钟口形状:一是

有声弓结构的平口钟,即“郁金香”型:一是莲花瓣式钟口(参见本篇图6-25),还有一些口唇微有收缩的钟口型。有意思的是,在战国时期曾出现过的圆形编钟,后来成为明清时期编列乐钟的主要钟型。^[13]

在中国古代,较早记载圆形钟的文字见于《周礼》。《周礼·春官·典同》描述了十二类钟的发声情况。其中一类记为“回声衍”。汉代许慎《说文解字》说,“回”字篆籀古文相当于内外画两个圆。“回声衍”之“回”字恰好描述了圆形钟的几何形状;“衍”字是指钟的发声状态,形容其声延展、长久不衰。简单的三个字将圆钟的形状、声音特性都讲出来了。

既有实物,又有古代文献之记载,充分表明圆钟的源头在中国。

第五节 扁钟的巧妙构思

将中国编钟简称为扁钟,源自于宋代沈括的精练概括。他说:“古乐钟皆扁如盒瓦。”^[14]“盒瓦”即是“合瓦”。古代建筑上用以防雨遮盖屋顶的瓦是弓弧形状

的,将两片瓦对合也就是两个弓弧构成的近似椭圆。相对于“圆”而言,它便成为“扁”了。因此,扁钟或合瓦形钟,就成了中国传统乐钟的简称。

一、“圆”“扁”之别

中国古代将编连成套的乐钟称为“编钟”。这一词出现于汉代。汉郑玄和阮谿合撰的《三礼图》说:“凡钟十六枚同为一簋虞为编钟。”^[15]因此,“编钟”自然也包含了“一套谐和钟及其敲钟装置”的概念,而欧洲含此概念的单词为“chime”。中西双方乐钟形状不同,因此不能将“编钟”与“chime”对译,否则,中国人可能会将“chime”误为“扁钟”,而西方人又可能误将“编钟”理解为“圆钟”。现代,不少译者将“chime”译为“排钟”“组钟”,以示与中国编钟之别。

作为乐钟应用的中国编钟与传统的欧洲乐钟的区别,主要表现在以下几个方面:

1. 前者为“合瓦”形,实为一椭圆锥壳体,其横截面近似椭圆,后者为“圆球”形,实为一圆锥壳体,其横截面为圆形;
2. 前者外壳有明显的花纹和枚乳结构,后者外表光滑;
3. 前者钟口多为弧形(称为“曲于”),平口形(称为“平于”,有些铸钟为此口形)相对少些,而后者一律为平口形状;
4. 前者分为明显的钲部和鼓部,规定敲击位置,且敲击钟的外表面,而后者从形体上分为钟腰和钟唇,在钟内敲击其任一点声弓位置均可;

[11] 朱国伟:《周汉音乐转型实证解析》,博士学位论文,中央音乐学院音乐学系,2011年。

[12] 宋应星:《天工开物·治铸第八》。

[13] 陈登有:《中国青铜乐钟研究》,上海:上海音乐学院出版社,2005年,第142页。

[14] 沈括:《梦溪笔谈·补笔谈》卷一,乐律。

[15] 徐坚:《初学记》卷十六,乐部下,钟。

5. 前者无钟肩, 钟顶为近似椭圆平面, 而后者有钟肩, 其钟顶与钟肩一般成半球冠形;

6. 前者有甬或钮一类钟柄结构, 且悬挂牢固、不晃动 (俗称“挂死”), 而后者无钟柄, 靠钟规活动悬挂, 会晃动 (俗称“活挂”);

7. 前者无钟舌结构, 而后者有钟舌结构;

8. 前者声弓为条形，或局部隆起，而后者声弓是整齐均匀的；

9. 前者多为双音钟，而后者为单音钟。

二、独特的声弓

《不列颠百科全书》1988 年版“钟”(Bell)条说,“亚洲钟没有声弓,也从不摇动”^[1]。后一句是对的,前一句却不对。因为这里所言的“亚洲钟”主要是对中国古乐钟说的。该词条还附有一帧“中国东周时期的青铜钟”的插图,该图是一钮钟,并且钟口是平于。从物理学角度看,没有声弓的壳振动不可能产生谐和乐音并给听众带来乐感。中国编钟是可以实地演奏的壳振动乐器,要是没有声弓,几乎是不可想象的。

中国编钟的声弓是在钟铸成以后，由协律钟师根据需求而磨锉调音所成的特殊声弓，双音钟更是如此。一般说来，双音钟鼓部的一侧弧面上有三个敲击点：一个在中鼓音位，两个在侧鼓位。两面就有六个敲击点。但是，两个中鼓位的音高相同，四个侧鼓位音高相同。因此，实际上成了两个基音。为了达到双音钟的要求，调音师要有高超的工艺水平、极大的耐心和敏锐的听觉。最好的钟师能在一口钟内壁磨锉出 6 条对称的纵条形声弓，每一条声弓对应于一个敲击点（见

图 6-27)；也有磨锉出对称的 4 个声弓域；或者就是不规则分布的声弓局域，只要能达到双音要求则可。根据考古发掘的双音钟看，大多是局域声弓 (Local Sound bow)。由此可见调音难度之高。

中国编钟在鼓部内表面的这种结构实在是太巧妙了，以致中国学者也少有人指出^[2]，它就是编钟的声弓结构，也就难怪西方的百科全书说中国编钟没有声弓了。事实上，《考工记·凫氏》早已记述了局域声弓：“于上之斲谓之隧”；“为遂，二分其厚，以其一为之深而圜之”。

引文中“隧”“遂”应是同一个字。曾对编钟作过多次复制研究的华觉明等人，也对这段文字作了正确的考证解释，提出“隧是经铸后磨锉形成的半圆形沟槽”，并进一步说：“突起状为音脊，凹状者为隧。”^[3]可惜，他们没有更明确的文字指出这“突”者、“凹”者是“声弓结构”。

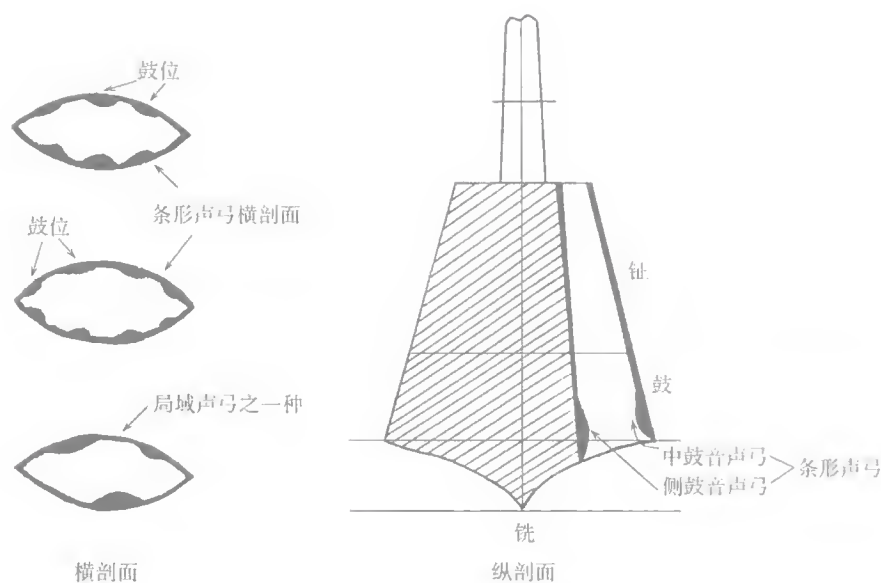


图 6-27 编钟的声弓

[1] 《不列颠百科全书(国际中文版)》“Bell”条。北京:中国大百科全书出版社,1999年。

[2] 戴念祖:《古代编钟发音的物理特征》,《百科知识》,1980年第8期。该文最早描绘了中国编钟鼓部声弓结构的横截面。在该作者此后的其他文章以及《中国声学史》(河北教育出版社,1994年)、《中国物理学史大系·声学史》(湖南教育出版社,2001年)中都有论注。

[31] 华觉明,等;《中国冶铸史论集》,北京:文物出版社,1986年,第190-195页、第206页、第213页。

三、狭路相逢

用“狭路相逢”一词表述双音钟振动模态的节线分布是颇为恰当的：两个大腹便便的人相对走过一条窄胡同，只容许其中一人挺着大腹过去，另一人需要侧身而过。

根据中国科学院声学研究所陈通教授等人对一个编钟模型钟所进行的声学实验，得到了如图 6-28 的振动模态。^[11]

由图 6-28 可知，双音钟的中鼓音与侧鼓音的基音振动模态都是 4 条经向节线，无纬向音线。但是，双音的 4 节线在鼓部的分布位置并不相同。它们各自位置见图 6-29。由图 6-29 可见，中鼓音与侧鼓音的基音节线位置是不重叠的，中鼓音的节线所在恰好为侧鼓音的波腹，反之亦然。这就相当于这两个基音的相位差为 90° ，如图 6-30。用通俗的说法，这两个基音的振动节线恰好错开了。“狭路相逢”正是此意。

两个基音节线的如此几何位置分布，就形成了这样的情况：在中鼓音位被击，这个位置为侧鼓音节线所在，侧鼓音不被激发；在侧鼓音位被击，这个位置为中鼓音节线所在，中鼓音不被激发。也就是说，在双音钟壳的某音节线位置不能激发起该音，这就是一钟双音的物理机制。

迄今为止，对编钟振动模态的实验测定，尚未发现其 2 节线的模态，这或许与中国编钟的独特形状有关系。

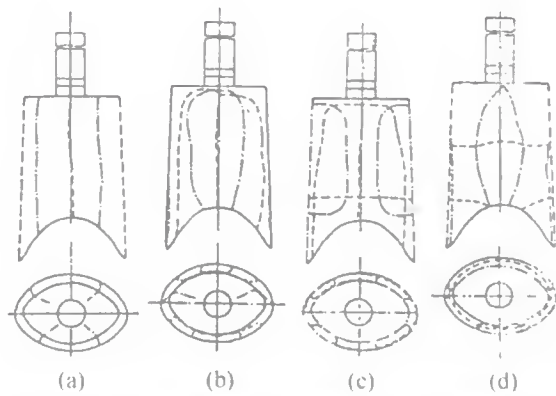


图 6-28 实验测绘的编钟振动模态：点实线为中鼓音节线，虚线为侧鼓音节线；

(a) 为两个基音的节线，(b) (c) (d) 分别为两个音位的第一分音、第二分音和第三分音的节线。

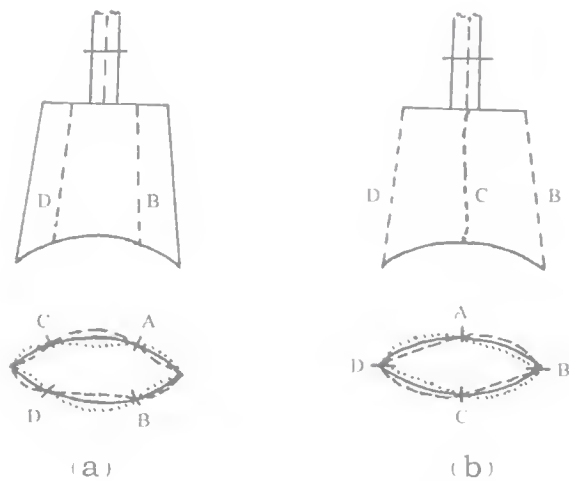


图 6-29 编钟的中鼓 (a)、侧鼓 (b) 的 4 节线模态，及其横截面振动示意图。A、B、C、D 为节线位置

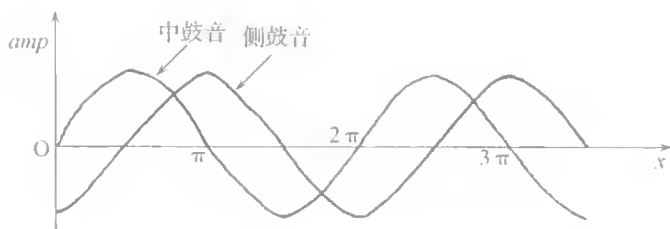


图 6-30 两基音的振动相位差

四、沈括之论

西方作为乐钟使用的圆钟有其完美与不足之处，那么中国编钟又如何呢？

根据实验，双音钟的声频谱与时间关系如图 6-31^[12]。从图中可见，当软木槌敲打在中鼓音位时，立即激起了 5 个分音或 8 个分音。波峰值最高的第一分音是基音，即 4 节线模态所产生的音，也是中国编钟的标名音。值得注意的是，中国编钟没有 2 节线振动模态，无论中鼓音还是侧鼓音都如此。第二分音实际上由 3 个峰值组成，在其左右各有一峰值不高的分音，这三个峰值可以视为第二、三、四分音。接着是第五、第六分音，而第七分音也是由两个紧接着的峰值组成。

比起图 6-26 描绘的圆钟，中国扁钟的高次分音很少，也即泛音少，因此作为金属声的音色不够丰富，这是扁钟的不完善之处。在这些分音中，高次分音很快消失。在鼓击后 0.135 秒，只剩下基音和第三分音，且第三分音已衰减了一部分，而其左右的两个小波峰正接近衰减到无声状态。0.5 秒后，基音也开始衰减了一部分。可见，中国编钟可以演奏慢节奏和旋律的乐曲，在 0.2 秒～0.3 秒变换乐音，听众耳朵可以清楚辨别。这是“扁”钟的最完善之处和最大的优点，也是圆钟所无法比拟的特点。

[11] 陈通、郑大瑞：《古编钟的声学特性》，《声学学报》，1980 年第 3 期。

[12] 陈通、郑大瑞：《古编钟的声学特性》，《声学学报》，1980 年第 3 期。

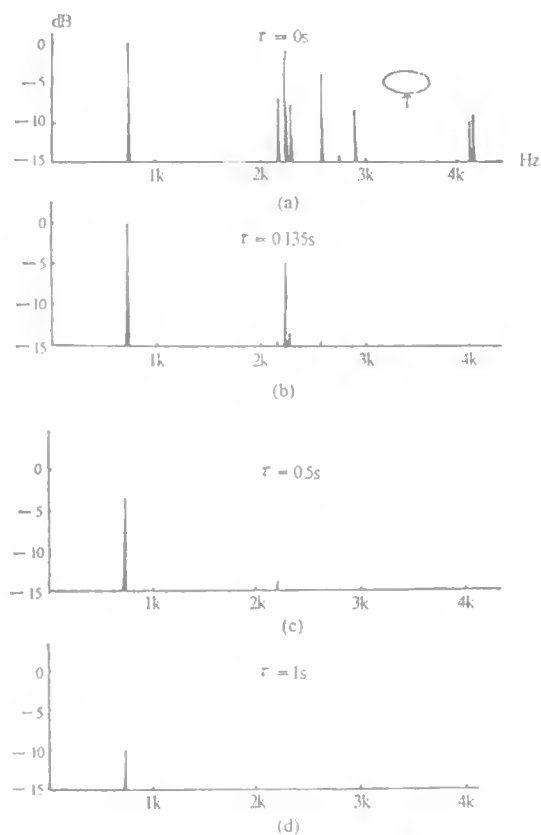


图 6-31 双音钟中鼓音的声频谱

由于图 6-31 是使用一个小模型编钟进行的实验，其大小和重量相当于曾侯乙编钟的上层悬挂的钟，因此，据实验绘制的图 6-32 没有圆钟那样的嗡声。聆听曾侯乙编钟所奏音乐，感觉中层各组稍有嗡声，但对乐音影响不大；而下层各组大型编钟（体积大、重量大），嗡声时间稍长些，但也不像圆钟那样长时间不衰减。为了消除主观感觉并得到精确的科学理论，理应对每具曾侯乙编钟进行声频谱实验测定。

值得一提的是，由于中国编钟牢固悬挂，从不晃动，因此，即使曾侯乙下层编钟（低音钟）有嗡声，但没有因晃动产生的拍频声，即没有时高时低起伏着的嗡声。这也是作为乐钟使用的中国编钟的优点。

类似图 6-26 中国扁钟的声频谱可绘制如图 6-32^[11]，比较两图，圆钟与扁钟的音乐性能之差异就清楚了。

宋代沈括曾对扁、圆两种乐钟的声学特性作出了精辟分析。他在《梦溪笔谈》中写道：“古乐钟皆扁如盆瓦。盖钟圆则声长，扁则声短。声短则节，声长则曲——节短处皆相乱，不成音律。后人不知此意，悉为‘圆钟’急叩之多晃晃尔，清浊不复可辨。”^[12]

这段文字标点、句读、解字都不太容易。^[13]今试作解释如下：

“古乐钟”即今谓之先秦编钟。“扁如盆瓦”，前已述，不赘。“盖”是古文发语词。“钟圆则声长”，即圆钟发声、拖音甚长，也就是今日谓之不衰减或少衰减。“扁则声短”，其意前已述及。“声短则节”的“节”字意指节制、可控，也即很快衰减。“声长则曲”的“曲”字，是描写圆钟的“嗡”声给人的声感：时高时低、起伏不断的波浪感，故谓之“曲”。“节短处皆相乱，不成音律”一句是进一步描写“声长则曲”的效果，主要说明“曲”字，故用破折号示知：“节短处”的“节”与前句“声短则节”的“节”，同字异义。“节短”的“节”指节奏、旋律；“节短”是节奏快、旋律快之意，也就是下一句中的“急叩之”之意。由于圆形钟声音时间长，节奏快了就产生声波的相互冲击，人耳不能分辨，也就“不成音律”了。“后人不知此意”，他哪知道（“悉为”）“圆钟急叩之多晃晃尔，清浊不复可辨”。以“晃晃”二字形容圆钟之嗡声特点，真是妙不可言。特别要指出“圆钟”二字引文中加了引号，《梦溪笔谈·补笔谈》本几乎全误刻为“扁钟”了。“圆”误为“扁”，一字之差，整段引文不可解。今再申勘误，以就正于读者。

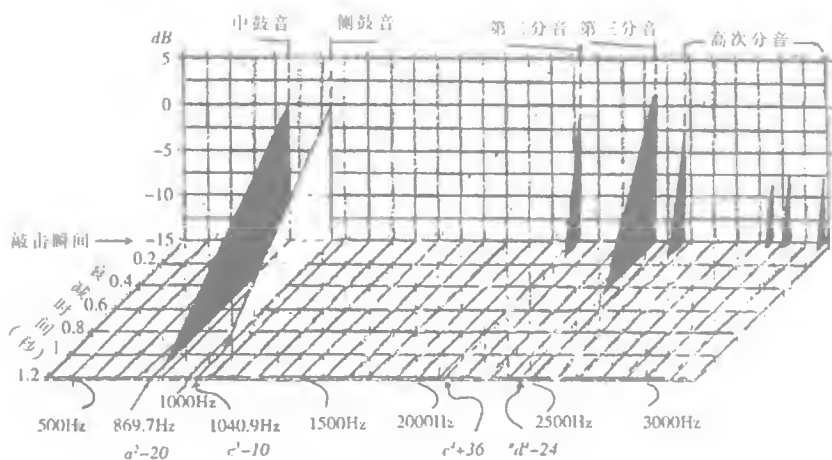


图 6-32 中国扁圆钟的声频谱

[11] 本图数据源自陈通、郑人瑞：《古编钟的声学特性》，《声学学报》，1980年第3期。图中黑者为中鼓音基音及其各分音；白者为侧鼓音基音，其分音未画出。

[12] 沈括：《梦溪笔谈》卷一、乐律。古书丛刊本。

[13] 戴念祖：《我国古代的声学》，《科学通报》，1976年第3期。1973年，笔者为这段文字曾请教音乐史家杨荫浏。经杨荫浏指点，才得其解读，并载于1976年《科学通报》上。

沈括的这段文字，从发声特性和声感方面科学地区分了圆钟和扁钟之不同。其中，关于圆钟声学特性的描述与1877年瑞利勋爵（Lord Rayleigh, 1842—1949）在其名著《声学》（*Theory of Sound*）中的论述完全相同，而关于扁钟的声学特性直到近30年才得以证实。

五、扁钟的演进

前已叙述圆钟在中国和世界各地的诞生与发展，在这里谈谈扁钟的历史轨迹。

陶制编钟（陶铃）起源于公元前3000年的龙山文化时期，如河南汤阴白营遗址出土的陶铃；铜制扁钟最早出土于山西襄汾陶寺遗址，为红铜制作，年代在公元前25—前21世纪期间。令人惊讶的是，这些陶铃或截面为椭圆，肩部平，外表有旋纹，具有安装钟舌的悬孔。^[1]这些出土文物，似乎表明中国上古铸钟工一开始就对乐钟感兴趣，并决定了乐钟形态的趋向。

商代铜铃遗物曾大量出土，有动物铃、玩具铃、军铃和装饰铃。随着铜铃的大量铸造，作为乐钟用的编钟至晚产生于公元前13世纪。如安阳殷墟出土三件组的编钟、大司空村312号墓出土三件组编钟、安阳小屯妇好墓出土五件组的编钟等。在江西新干大洋洲商墓出土的三件组编钟可以准确地判定为公元前1160年之遗存。^[2]此后已发现的商代钟中，最大的一件重109千克，铸造精致。^[3]这时期的钟，多称为“铙”，牢固地插植于钟案，以木槌敲击发声。其钟口为曲弧形，外表有明显的钲部与鼓部，钲部有花纹（新干大洋洲商钟外表已有枚乳结构），整体形状为合瓦形，且具有一定音阶调式。

西周时期，铸钟技术大为发展。陕西宝鸡市竹园沟出土的三件组甬钟是西周初康、昭王之际的遗物，约铸于公元前11世纪初至公元前10世纪中期。其横截面近似椭圆，舞部为椭圆平面，有枚乳36个，甬上有旋，比例匀称，外形美观。^[4]从西周初期起，除

从圆锥壳和椭圆锥壳的形体而言，哪个完美？自然是仁者见仁，智者见智。从乐钟能否演奏音乐而言，自然椭圆锥壳的扁钟比圆钟完美。西方有些人欣赏并陶醉圆钟的嗡嗡声，那是美感问题，是另一个问题了。

钟柄或甬、钮之外，形状结构已基本固定。稍后的发展，只是成组编钟的数量多少和调音技术的进步。作为乐钟，如铸于楚成王（前671—前656在位）初年的河南淅川下寺一号楚墓的九件组编钟^[5]、铸于春秋中期鲁襄公时代（约前572—前542）的山西侯马上马村九件组编钟^[6]、它们的音阶结构与《管子·地员》记载相同。最令人惊奇的便是曾侯乙编钟了。

双音钟可能起源于公元前13、14世纪。根据对编钟的测音研究，少数商代编铙已有侧鼓音，如，安阳小屯妇好墓出土五件组编钟；1974年安阳殷墟西区墓葬出土三件组编钟等^[7]。但是，早期双音钟的两个基音音程大小不定，侧鼓音位置也无任何标志。这说明，早期双音钟可能并非人为有意识的制造，很可能是其“扁钟”形状及其曲于产生的结果。西周早期的双音钟，如湖南省博物馆收藏的西周早期的编钟^[8]、湖南耒阳出土的西周甬钟^[9]等，大多如此。有意识铸造的真正的双音钟大概产生于公元前10世纪左右。

从这时开始，先是有意识磨锉内壁，企图发展出第二基音，但尚未在钟外表标示第二基音；后来，双音声弓结构已形成，外表明显标志第二基音^[10]。

所谓有意识铸造双音钟，是指在钟体的侧鼓音位铸刻有纹饰或文字标志，表示在此处敲击钟体可以发出另一个基音。湖北江陵江北农场曾出土西周穆王时期的甬钟2件，其中之一的正鼓部饰简单云纹，右侧鼓部饰一单线鹿纹。^[11]1976年在陕西扶风县庄白村一号西周青铜器窖藏中发现的21件甬钟，其中一些右侧

[1] 戴念祖：《中国物理学史人系·声学史》，长沙：湖南教育出版社，2001年，第115页。

[2] 江西省文物考古研究所，等：《江西新干大洋洲商墓发掘简报》，《文物》，1991年第10期。

[3] 杜道松，等：《记各省市自治区征集文物汇报展览》，《文物》，1978年第6期。

[4] 卢连成、胡智生：《宝鸡茹家庄、竹园沟墓地有关问题的探讨》，《文物》，1983年第2期。也见其著《宝鸡西周墓地》，北京：文物出版社，1988年，第96—97页。

[5] 河南省博物馆，等：《河南淅川下寺一号墓发掘简报》，《考古》，1981年第2期。也见赵世瑜：《曾侯乙钟与楚钟》，湖北省博物馆，等：《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第70—91页。

[6] 山西省文物管理委员会侯马工作站：《山西侯马上马村东周墓》，《考古》，1963年第5期。也见黄翔鹏：《溯流探源——中国传统音乐研究》，北京：人民音乐出版社，1993年，第42页。

[7] 马承源：《商周青铜双音钟》，《考古学报》，1981年第1期。

[8] 高全喜：《湖南出土西周铜器》，《江汉考古》，1984年第3期。

[9] 蔡德初：《湖南耒阳出土西周甬钟》，《文物》，1981年第7期。

[10] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第184—185页。

[11] 何弩：《湖北江陵农场出土商周青铜器》，《文物》，1994年第9期。

鼓饰小鸟纹或夔纹，钟内壁成4道或6道条形声弓，中一侧鼓音音程成三度谐和关系。^[1]1960年，扶风齐家村出土西周“中义”编钟8件^[2]，1974年陕西蓝田县出土应侯钟^[3]，其右侧鼓饰阴线小鸟纹，中一侧鼓音程为小三度。这些钟为西周穆王、恭王时期遗物。其后，西周厉王时期（约前857—前842）士父钟^[4]、宣王时期（前827—前782）南宫乎钟^[5]，山西曲沃县曲村镇出土晋侯（前812—前785在位）编钟^[6]，湖南武临出土春秋早期编钟^[7]等，分别在侧鼓部饰凤鸟或夔纹。（见图6-33～图6-36）这些侧鼓纹饰是铸工或乐工着意铸刻的，是有意制造双音钟的证明。而战国初年的曾侯乙编钟，其正鼓与侧鼓各有铭文一两个字，标明该两处发音的阶名，其用意也十分清楚。

秦汉以后，铸造编钟的技术时起时落、时兴时衰，甚至曾经多次失传。汉初，朝廷议论乐律，时律吕混乱，

乐官无能为正。至汉平帝元始年间（1—5），不得不下诏征集天下知晓钟律的人才。（《汉书·律历志》）秦灭之后，第一次铸钟及调音技术出现了困难，致使汉代人的许多乐律见解与先秦时期大不相同。魏晋南北朝期间，战争离乱，乐工散亡，“魏初无乐器及伶人”；东晋成帝咸和（326—334）中，“鸠集遗逸，尚未有金石之音”；刘宋文帝元嘉九年（432），“初调金石”，编钟从皇宫走进郊庙。（《旧唐书·音乐志》）唐末，“昭宗即位（889），将谒郊庙，有司不知乐悬制度”（《新唐书·礼乐志》）。

五代时期，“以至于十二铸钟，不问声律宫商，但循环而击，编钟、编磬徒悬而已……乐之缺坏，无甚于今”（《旧五代史·乐志》）。到宋代，这种情况更为严重。宋仁宗时期（1222—1063），音乐家与乐工竟不知钟、磬“有大小之别”（《宋史·律历志》），如何铸造（《宋史·乐志》）。沈括在《梦溪笔谈》中讨论钟的形状，纠正了那种认为编钟应为圆形的错误看法。^[8]这些文字记载确实表明编钟制造与调音技术衰落了很长时间。

从秦汉时代起，传统编钟制造技术逐渐衰落，是音乐艺术不断发展的必然结果。各民族、各地区、各国之间音乐艺术的相互交流与发展，也包括诸多乐器的相互传播与促进，自然使得原来笨重的编钟被淘汰。编钟的制造耗资甚巨，调音困难，而且不易搬动。除宫廷之外，民间既无财力铸造，又无演奏场地。随着民间音乐艺术的日益发展，宫廷音乐及其演奏乐器就不能不吸取民间艺术的精华，编钟遂被弃之一旁无人问津。历代帝王之所以还不断铸造它，仅仅是作为一种礼仪装饰和权位象征罢了。

秦汉以后，双音钟的铸造及调音技术失传。编钟音乐虽然衰落了，有趣的是，仍有个别学者发现了先秦双音钟现象。唐代太常博士杨收（约生活于9世纪中期）就是一例，他以侧鼓音纹饰判定双音钟。《新唐书·杨收传》记载：“（唐宣宗时）涪阳耕者得古钟，高尺余，（杨）收扣之曰：‘此姑洗角也。’既翻试，有刻在两栞，果然。”

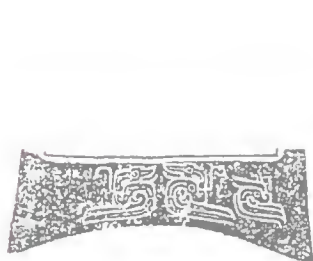


图 6-33 中义钟鼓部纹饰，
右侧鼓部阴线小鸟纹

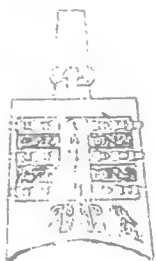


图 6-34 山西曲沃晋侯钟



图 6-35 曾侯乙编钟中一4号钟，左为正鼓音铭“少羽”，
右为右鼓音铭“宫反”



图 6-36 曾侯乙编钟中三6号钟，左为正鼓音铭“宫角”，
右为右鼓音铭“徵”

[1] 陕西周原考古队：《陕西扶风庄白一号西周青铜器窖藏发掘简报》，《文物》，1978年第3期。陕西省考古研究所，等：《陕西出土西周青铜器（二）》，北京：文物出版社，1980年。

[2] 陕西省博物馆，等：《扶风齐家村青铜器群》，北京：文物出版社，1980年。

[3] 初松、樊维岳：《记陕西蓝田县新出土的应侯钟》，《文物》，1975年第10期。

[4] 高至喜：《西周士父钟的再发现》，《文物》，1991年第5期。

[5] 陕西省考古研究所，等：《陕西出土西周青铜器（三）》，北京：文物出版社，1980年，图版一四〇。

[6] 北京大学考古系等：《天马一曲村遗址北赵晋侯墓地第二次发掘》，《文物》，1994年第1期。

[7] 高至喜：《湖南考古辑刊》第二辑，长沙：岳麓书社，1984年。

[8] 沈括：《梦溪笔谈》卷五，《乐律》；《补笔谈》卷一，《乐律》。

涔阳，地处今常德以北、江陵之南，实为楚国腹地。此钟可能是楚钟。“刮拭”即今摩拭，擦洗干净之意。“有刻在两栞”，《考工记》曰：“两栞谓之铉”，即今所谓侧鼓部位。侧鼓纹饰或文字所标明的该钟音高与杨收扣钟而闻听判断结果一致。可见，时人知晓一钟双音现象。宋代也有一些学者注意到先秦钟的侧鼓标记。薛尚功（生卒不详，约生活于宋绍兴年间）在其著《历代钟鼎彝器款识法帖》卷六录有两件周代楚王禽章钟，其大者在中、侧鼓分别标明商、穆二音铭；小者分别

标少羽反、宫反二音铭。前者中、侧鼓音程为大三度，后者为小三度。此外，宋代王黼《博古图》卷二十二、董道《广川书跋》卷三，都曾描画了某些先秦钟的侧鼓小鸟纹饰。但是，这些学者只是从收藏古物的角度将这些钟描画登记而已，没有证据表明他们知道先秦有双音钟。可以说，秦汉以降，知双音钟者寥寥无几。这就可以理解，当 20 世纪 70 年代人们发现双音钟时的惊讶之情了。

第六节 古代铸钟师的思索

古代中国人不仅制造了大量的各种类型的青铜钟，尤其是乐钟，而且还有关于设计、铸造、合金比例、调音及关于壳壁厚薄与发音高低的关系等文字总

结。特别是先秦时期有关钟的实物和文字记载，表明那时的中国是世界上最早的乐钟王国。这是经过了长时间无数乐师的努力探索和铸钟师的设计沉思的。

一、《典同》的总结

《周礼》是记载西周典章制度的一部古籍。《周礼·春官》的《典同》篇，集中地记述了各类不同形状的钟及其音响效果。它写道：“以为乐器，凡声，高声礲，正声缓，下声肆，陂声散，险声敛，达声赢，微声鹕，同声衍，侈声箝，弇声郁，薄声振，厚声石。”

意思是，以钟为乐器，大凡钟形与其声音有以下 12 种^[1]：

“高声礲”：钟的上部口径太大，声音在钟里回旋不出。

“正声缓”：钟的上下口径相当，声音缓慢地荡漾而出。

“下声肆”：钟的下部口径太大，声音很快放出。

“陂声散”：钟的一边往外偏斜，声音离散不正。

“险声敛”：钟的一边往内偏斜，声音不外扬。

“达声赢”：钟体太大，声音洪亮。

“微声鹕”：钟体太小，声音不明亮。

“同声衍”：钟体圆，声音延展，余音太长。

“侈声箝”：钟口偏大，或外伸张，声音发咋，有大声喧哗之感。

“弇声郁”：钟口偏小，或内收缩，声音抑郁不出。

“薄声振”：钟壁太薄，声音颤抖。

“厚声石”：钟壁太厚，声同击石。

根据以上记述，大致可画出这 12 类不同形状的钟。（见图 6-37）

[1] 关于《典同》中的这段文字的字意及注解，可参阅戴念祖：《中国的钟及其在文化史上的意义》，黄盛章主编：《亚洲文明论丛》，成都：四川人民出版社，1986 年，第 113-114 页。但该文对此 12 类钟有些解释不完全确切。

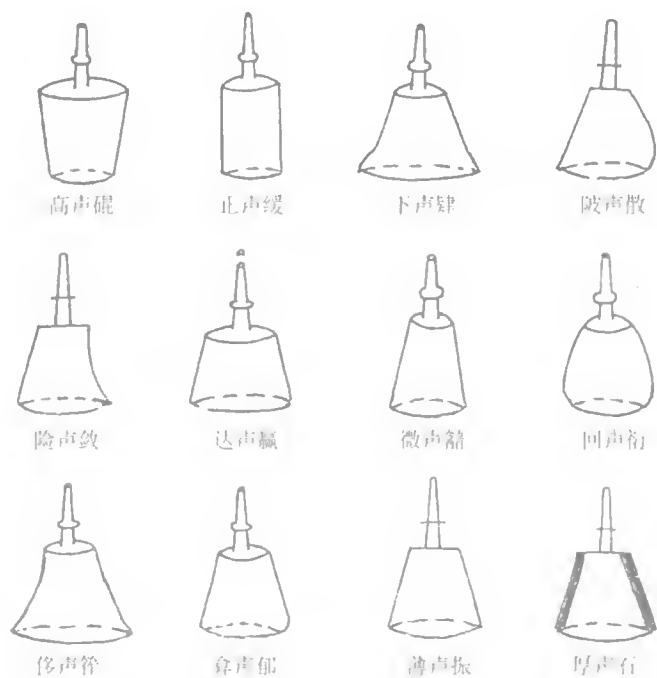


图 6-37 根据《周礼·典同》草绘的 12 种钟形

在这 12 类钟中，前三类是指出钟顶与钟口的直径大小与发声的关系。所谓“高”，是钟顶直径大于钟口直径，与此相反者则称为“下”。而钟顶与钟口直径一样大的，称为“正”。用现代话说，就是圆柱壳体。在 20 世纪上半叶，当人们发现西方圆钟不能真正作为乐钟使用时，一些乐器改革者曾经希望用圆柱壳体代替它，如长度和大小都不同的一组青铜管，或称为

二、《考工记·凫氏》家庭的经验

《考工记》原是一单本著作。由于《周礼》中《冬官·司空》等阙如，汉时以《考工记》补入。一本工艺技术著作便成为儒家经典《周礼》之一篇，也幸托《周礼》及儒家，才能使“奇器淫巧”之著保留至今。

《周礼·大司乐》记述了西周乐官官职，在“大司乐”这一掌管音乐、乐器及其相关机构的最高乐官之下，还有“大师”“典同”“钟师”“铸师”等。每个官职下还有受其管辖的多种人员，如“钟师”下属者有“中士四人，下士八人，府二人，史二人，胥六人，徒六十人”。这个“徒”大概就是钟师府里真正从事具体的设计、铸造钟的低级官员或技术人员了。然而在《考工记》中，却将铸造、设计钟的人称为“凫氏”。“凫氏”或许就是“大司乐”下最低等的“徒”中之一群，或许是一个经历几代的皇家造钟匠家族。总之，《考工记》是按照他们的经验总结了世界史上制造乐钟的最早的文献。

管子钟。结果失败，不被人所采纳。^[1]孰不知早在公元前几百年中国的铸钟师就指出了它们的发声缺陷。

“陂”与“险”是指钟壁往外和往内偏斜的钟。中国古代人肯定实验过它们，才有如此不良发声之记录。在 16 世纪欧洲人入侵美洲之前，哥伦比亚和秘鲁等地也曾造过这样的小铃，今美国史密森宁学会 (Smithsonian Institution) 有收藏。它的钟形中有方形、矩形、凸面和凹面形。^[2]

至于最后两类钟，“薄”与“厚”是对钟壁而言的。《典同》所记述的相关发声情况极为符合发声板与壳的声学原理。

按照《周礼·大司乐》记载，“典同”是专职调阴阳律吕的乐官，由他们来制定各种形状钟的发音效果，可见他们有一双灵敏的耳朵。由实验证明，文献留下的这些记录具有可靠的物理实在性。

《典同》的这段记载，表明先秦乐工和钟师曾经对多种形状的钟做了设计铸造和辨声实验。经过长期探索与经验的总结，从而否定了这几类钟型，选定具有最佳效果的可演奏音乐的乐钟——“扁如合瓦”的椭圆锥形钟。

为便于叙述，下面按《考工记》原文顺序分段述之：

1. 凫氏为钟，两栾谓之铣，铣间谓之干，干上谓之鼓，鼓上谓之钲，钲上谓之舞，舞上谓之甬，甬上谓之衡。钟悬谓之旋，旋虫谓之幹。钟带谓之篆，篆间谓之枚，枚谓之景。干上之擗谓之隧。

2. 十分其铣，去二以为钲。以其钲为之铣间，去二分以为之鼓间。以其鼓间为舞修，去二分以为舞广。以钲之长谓之甬长，以其甬长为之围。叁分其围，去一以为衡围。叁分其甬长，二在上，一在下，以设其旋。

3. 薄厚之所振动，清浊之所由出，侈龠之所由兴。有说，钟已厚则石，已薄则播，侈则柞，龠则郁，长甬则震。

4. 是故大钟，十分其鼓间，以其一为之厚；小钟，十分其钲间，以其一为之厚。

[1] 维多尔：《现代乐器学》，金文达译，北京：人民音乐出版社，1958年，第81-86页。

[2] 《简明不列颠百科全书》，中国大百科全书出版社，1986年，“钟”(Bell)条。不过在中国人看来，这些所谓“钟”实则为小铃铛而已，且铸造时间不会早于公元8世纪。

5. 钟大而短, 则其声疾而短闻; 钟小而长, 则其舒而远闻。

6. 为遂, 六分其厚, 以其一为之深, 而圜之。

这里描述的钟, 显然不是《典同》所记的那 12 类, 而是编钟。其中第 1 段描述钟体各部分名称及其位置; 第 2 段指出钟体各部分尺寸比例; 第 3 段、第 5 段言及钟壁厚薄、钟口大小、钟体长短所产生的声学效果; 第 4 段论及钟壁厚度与钟体大小的比例; 第 6 段指出调音磨锉的范围大小。从编钟设计角度看, 第 2 段、第 4 段文字极为重要; 从音乐声学角度看, 从第 3 段至第 6 段文字极富科学价值。尤其是该文献最早使用了科学上的“振动”一词, 并且正确地将单位时间的振动数与音调之高低联系在一起, 正确地指出钟体口径、高度、钟口之张缩、钟壁厚薄和钟体太长等因素与其发声之关系。第 6 段又涉及调音的方法。

整篇文字的结构非常合理, 在第 1 段和第 2 段描述钟体各部分比例之后, 自然要回答为什么以此比例设计的问题, 这就涉及第 3 段声学问题了; 在第 3 段述及钟壁厚薄与发声关系之后, 当然要进一步交代最佳的钟壁厚度, 这就是第 4 段了。然后, 继续描述整个钟的形状大小和音响效果问题。最后, 指明调音技术及规范。全文 254 个字, 将制钟规范、音响情形都论述到了, 而且层次分明, 逻辑严谨。这是世界上最早论述制钟技术的文章。

第 2 段文字, 也告诉我们古人如何设计乐钟, 以哪个因素作为最基本的起始参考量。铣长在古人设计中是最基本量。设已知铣长 l , 则编钟形体大小按第 2 段文字即可求出。令钲长为 l_1 , 甬长为 l_2 , 铣间距为 d , 则:

$$l_1 = \frac{8}{10}l, l_2 = l_1 = \frac{8}{10}l, d = \frac{2}{10}l$$

根据王湘等人对曾侯乙编钟的测量^[1], 60 余件钟有如下近似的统计平均数: 量出每个钟的中长, 即从舞到曲于中央点之长为 l , 则:

$$l = \frac{8}{10}l, l_1 = \frac{1}{2}l, l_2 \approx \frac{8}{10}l, d = \frac{8}{10}l - l \quad (d \text{ 为 } 2\text{cm} \sim 3\text{cm} \text{ 的一个常数})$$

由此可见, 《考工记》的记载与曾侯乙钟的实测数据基本相同。尤其是甬长与铣间距几乎一致。曾侯乙编钟的 l 与 l 之差, 可能是由于战国前后人们对器物名称及度量范围的概念变化所致, 也可能是设计中基本参考量之差异: 《考工记》定钲长为铣长的 $\frac{8}{10}$, 显然, 钲部长了, 鼓部短了; 而曾侯乙编钟定“中”长为铣长的 $\frac{8}{10}$, 相应地鼓部加长了。适当长(高)的鼓部, 不仅便于敲击点的设定, 又给调音留下足够的范围。

《考工记》的上述文字, 在战国之后对历代编钟的设计制造起着重大影响和不可估量的作用。一旦有关铸造编钟技术失传, 人们就自然地向《考工记》讨教。例如, 唐末时因乐工失散, 无人知晓铸钟之法, 太常博士殷盈孙曾据《考工记》设计了一组 48 个的编钟。

《旧唐书·音乐志》载:“昭宗即位(889)……时太常博士殷盈孙深知典故, 乃尊《周礼·考工记》之文, 究其柷、铎、于、鼓、钲、舞、甬之法, 沉思三四夕, 用算法乘除, 铸钟之轻重高低乃定。悬下编钟, 正黄钟九寸五分, 下至登歌倍应钟三寸三分半, 凡四十八等。口项之量, 径衡之围, 悉为图。遣金工依法铸之, 凡二百四十口。铸成……令先校定石磬, 合而击拊之, 八音克谐, 观者耸听。”(《新唐书·礼乐志》)

在这段文字中, 虽然“九寸五分”与“三寸三分半”等数据不知是依弦, 或管, 或钟的某部分计算, 但殷盈孙依《周礼·考工记》记载, 经过对其各部分比例的仔细推算, 方知铸钟设计等问题, 是确凿无疑的。而且乐工依照他的计算和图纸造了 240 枚钟, 从中才选中合乎音律的 48 枚钟。可见铸钟技术在当时之困难了, 也足见《考工记》对后人的启发。

三、科技史上的新发现

秦汉以降, 虽然从总体上说, 铸造乐钟的技术和知识逐渐衰落, 但在“乐和政平”思想的影响下, 尤其在新皇登基之时, 宫廷乐官和硕学儒仕总要讨论乐律、制钟调钟等问题。不过, 这些宫廷之议对于乐钟的铸造而言少有付诸实施, 更少有成功者。宋徽宗崇

宁四年(1105)曾成功地铸造了 12 枚乐钟, 这是沈括关于“古乐钟皆扁如瓦”论断之后约 10 年, 也是仿效瑞州(今江西)出土春秋宋成公钟而铸成的。宋徽宗于当年八月“赐新乐名大晟, 置府建官”(《宋史·徽宗本纪》), 好生热闹了一阵。的确, 从秦汉起, 仿制

[1] 王湘:《曾侯乙编钟音律探讨》,《音乐研究》,1981年第1期。由于当时的一些原因,王湘在发表该文章时未曾公布全部测量数据。

古乐钟而成功的历史记载不多。而崇宁四年制成的这几枚大晟乐钟却随不久后北宋的灭亡而流散各地；当时掌握铸造技术的乐工们，大概也随北宋之亡而各奔东西了。

正因为如此，从秦汉起仍有一些文献记载了有关铸造编钟的经验知识以及某些新发现。

磨铤调音，改变钟内壁声弓结构，使钟发音准确或发双基音，这在先秦是一项成熟的技术。三国时有这样一个关于磨铤调音的故事：“杜夔，字公良，河南人……黄初中为太乐令、协律都尉。汉铸钟工柴玉巧有意思，形器之中，多所造作，亦为时贵人见知。夔令玉铸铜钟，其声均清浊多不如法，数毁改作。玉甚厌之，谓夔清浊任意，颇拒扞夔。夔、玉更相白于太祖，太祖取所铸钟，杂错更试，然后知夔为精而玉之妄也，于是罪玉及诸子，皆为养马士。”（《三国志·魏书·方技传》）^[1]

这段故事说明，在铸成钟后不经过调制工序是很难达到预期效果的。只有在“杂错更试”即磨铤调音之后，才能使钟发出准确的音。钟工柴玉铸成钟后，未经调试而责备杜夔，甚而双方告状至太祖曹操处，曹操以柴玉无音律知识为名而将其问罪，并降其为养马人。

南朝刘宋孝武帝时（454—464），廷尉张永知道合金中的杂质对钟体发音的影响。据《南史·张永传》载：“永晓音律。太极殿前钟声嘶，孝武尝以问永。永答：‘钟有铜滓。’乃扣钟求其处，凿而去之，声遂清越。”（《南史·张永传》）

颇有意思的是，直到南朝梁武帝时（502—549），被张永凿去杂质的那口铜钟仍然存在，大乐丞斯宣达发现它被凿去太多铜了，以致声调下降。《隋书·律历志》在转引梁武帝萧衍《钟律纬》一书中曾述及此事：斯宣达“借访旧识，乃是宋秦始中，使张永凿之，去铜既多，故其调卑下”（《隋书·律历志》）。

只是这里记载的时间与《南史·张永传》有异。后者所记，张永凿钟渣的确切时间为刘宋孝武帝大明三年（459），而非刘宋明帝秦始年间（465—471）。经过五代（907—960）离乱之后，也许通晓编钟的人更少了，因此在宋代发生了一场有关编钟形状与悬挂方式的争论。参与这场争论的有李照，他是宋仁宗皇祐

（1049—1054）以前的乐律家；胡瑗，他是宋代有名的经学家；还有当时的乐工、乐师等。科学家沈括和燕肃也参与了这场争论。这场争论的起源是皇祐年间新铸编钟，乐工们铸造的是“皆不圆而侧垂”的传统扁圆形钟，而胡瑗将其改为“圆其形而下垂”（欧阳修：《归田录·卷一》），由此而起争论。在争论过程中，人们找到了五代末王朴铸的扁圆形编钟，但李照、胡瑗等人并不理会，迨至后来又发现了先秦“宝龠”钟之后，才平息了这场争论，钟才铸成扁圆形状。欧阳修将此事件记录下来：“初，王朴作编钟皆不圆，至李照等奉诏修乐，皆以朴钟为非。及得宝龠钟，其状正与朴钟同，乃知朴为有法也。”（欧阳修：《集古录·卷一·器铭》）沈括在《梦溪笔谈》中也因此作出了“古乐钟皆扁如合瓦”的结论。

王朴所制编钟“皆不圆而侧垂，自李照、胡瑗之徒，皆以为非及”，而胡瑗改作，“遂圆其形而下垂，叩之揜郁而不扬，其搏钟又长而震掉，其声不和”（欧阳修：《归田录·卷一》）。《宋史·乐志》对此作了几乎相同的记载。由此可见，作为乐钟的形状大概是以椭圆横截面为最佳了。钟甬长，悬挂不牢，敲击时由于产生振摇而生“余音”，自然声音便不谐和了。

作为纯音乐家的李照可能对编钟铸造技术及其形状与音调的关系太不熟悉了，因此，李照“斥王朴乐音高，乃作新乐，下其声”，可是，太常乐工发现李照的问题，“病其太浊，歌不成声，私赂铸工，使减铜齐，而声稍清，歌乃协。然照卒莫之辨”（《宋史·乐志》），减少铜齐，钟壁变薄，音调随之降低。

但是，李照对钟上枚乳的作用有很好的论述。他认为，“枚乳则以为用节余声。盖声无以节，则铮铮成韵而降杀杂乱”。（王黼：《宣和博古图·卷二十三·辅乳钟二》说文）“余声”指过多过长的拖音。敲击钟后，若余声太长而又无可节制，在连续敲击时会产生声音相互叠加和干扰，也就是“铮铮成韵而降杀杂乱”（阮元：《擘经室集》）。试想敲击圆形钟的情形，李照的这段话就可以得到理解。清代阮元也认为，钟的枚乳起调节控制余音的作用，也就是可以使声音加快衰减。然而，近30年的有关编钟声学实验表明，枚乳起到调节音色的作用，至于它是否影响音调和钟壳的“嗡”声，尚需进一步实验。

[1] 在《晋书·律历志》中也有类似记载。

宋仁宗（1022—1063 在位）时，太常寺燕肃曾提出一种新看法。他认为，旧钟不协是因为钟面屡涂漆所致。他说：“旧太常钟磬皆设色，每三岁亲祠，则重饰之。岁既久，所涂积厚，声益不协。”（《宋史·燕肃传》）在钟与磬的面上设色涂漆，自然改变了钟壁的壁厚，声音随之改变。燕肃的见解也甚为有理。

沈括在参与这场争论中所作出的科学总结，前文已述及，此不赘。

壳体的振动，即使是传统的中国编钟，多少总有点“余音”。完全无“余音”的乐器也是很难听的。因

有“余音”，特别是较大的钟余音较长，因此不能连击。编钟悬挂牢固，不允许其晃动，也是避免其产生余音和声波干扰的方法。宋代太常博士杨杰曾于宋神宗元丰三年（1080）指出当时音乐有“七失”，其中之一就是告诫人们“宜勿连击”（《宋史·乐志》）。王黼也曾指出：古乐钟不仅是扁的，而且侧悬，“叩之则牢结不动”，后世有人改为圆形，且在其甬内直悬，“其叩击则摇曳而生余音，失之远矣”（王黼：《宣和博古图·卷二十三·周大编钟》说文）。足见古代人对编钟发声的物理特性已经有了充分的认识。



乐律篇

曾侯乙编钟的乐律学成就



公元前5世纪的曾侯乙编钟，在音乐方面的内容和它所达到的水平远远超出了文献的记载和世人的想象；与之同时代的欧洲音乐和音乐理论相比，它又彰显出中国音乐文化的特征与个性。曾侯乙编钟及其挂件上的铭文和它的音乐性能，不但可以证实先秦文献中某些文字片段的真实性，而且对文献所载战国时期已有的音乐实践基础、地方特性和相对的理论规范，

也是重要的补充。曾侯乙编钟所取得的音乐成就，不仅不局限于曾国自身，从钟铭的记录中，还反映出其与周王朝、楚国及其他诸侯国的相互关系，并折射出中国青铜文化的音乐光辉。在与之相同与相近时代的古希腊音乐理论进行比较可以看出，曾侯乙编钟所代表的东方古国的音乐，除了特殊的文化价值外，还有其特殊的历史地位。

第一章 乐器中有组织的音高关系

音乐是以有组织的乐音或噪音来表达情感的艺术形式，古代与今天的情况基本的方式是一样的，只是手段和形式不同罢了。能为音乐所用的声音有：人的噪音和能演奏固定音高的乐器声音，能发出非固定音高或非乐音的打击乐器声音。音乐的表现主要在一部分包含了语言、诗歌中的情感，和脱离了语言、诗歌后由乐器等表达的纯音乐。其中，有固定音高的乐器是音乐中表达人们情感时非常重要的工具。我们说音乐是用“有组织的乐音或噪音”来表达情感的艺术形式，就是指音乐中所用的声音。在乐音的范围内，主要是经过人们加工后的人的噪音和有固定音高的乐器，通过一定的音高组织形式——调式来进行歌唱或乐器演奏；在噪音的范围内，主要以打击乐器通过非固定音高但是经过不同的声音长短比例的组织——节奏来传达情感（世界上有的民族还用鼓点报警，甚至用鼓点来讲故事等）。因此，两千多年前古希腊时的弦乐器里拉琴（Lyre），中国战国初期的“琴”和青铜文化的代表之一曾侯乙编钟，都在“有组织的乐音”上展现了各自的的不同特点和不同内容。这是在不同的文化背景中产生出相近或相同的音乐表现手段，与今天的音乐表现手段相比，也有基本相同之处，这也是我们看到的基本事实。

古希腊的音乐文化，代表了欧洲古代文明在音乐方面的最高水平；古希腊的音乐理论，也代表了古希腊人

在音乐方面的实践总结与理性认识。从14、15世纪欧洲“文艺复兴”以来，欧洲将古希腊音乐理论作为复兴传统音乐文化的起点，使它在后来的音乐理论上发挥了重要的作用，并在音乐创作中占有重要的一席。

从古希腊的音乐理论中，可以看出公元前5世纪时欧洲应用了不同的调式，并产生了源于四音列（Tetrachord）的调式理论。四音列，反映了当时音乐实践中最基本的“有组织的乐音形式”，即它反映了当时人们在歌唱时所用乐音的关系，反映了当时人们在演奏乐器时的基本指法，也反映了当时人们对乐音选择的基本认识。

四音列的原意为“调弦”，在里拉琴上通过调弦和弦上的不同指法来获得不同的“四音列”。一组四音列表明了一组指法的按音关系，也是音乐所用音列的基本关系。就像今天看到的钢琴，它的前身是“击弦”和“拨弦”的“古钢琴”，从古钢琴传承下来的“白键”组成的七个音级，代表了从古希腊以来欧洲所用乐音的基本关系。在音乐作品中，这七个音不反映各音的关系时，被排列的音高系列就称为“音列”。钢琴上白键的排列，集中地反映了人们对欧洲音乐音列的基本认识。

音列表明音乐所用乐音的全部音高，并不考虑某个音（主音）与其他音在音乐中所起的作用。这是人们对乐音组织形式认识的第一层次。

比如曾侯乙编钟中层三组，它的音域从 G（大字组 G）到 c²（小字二组 c），正鼓音与侧鼓音相加的音列^[1]，如图 7-1 所示：



图 7-1 中层三组音域及标音

以上是中层三组 10 个钟正侧鼓音相加所产生的音列，共有 20 个音高，音域达到两个半八度。

钢琴白键上的音高，以其中任何一个音为“主音”时，这个音列就有了进一步的组织形式——调式。调式可以理解为一个音乐片段中以某音为“中心音”——其他音级围绕着这个音进行，使它具有稳定的作用，并常以这个音来结束某个音乐片段。这是对乐音组织形式认识的第二个层次。

当钢琴上的这七个不重复的音，以某个音为第 1 级，其他各音按第 2 级、第 3 级、第 4 级、第 5 级、第 6 级和第 7 级排列时，这就是现在基本乐理中所说

的“音阶”。这是对乐音组织形式认识的第三个层次。

历史上对音列、调式、音阶这三个不同层次的概念的认识与应用不是一次完成的，古希腊时主要产生了四音列，5 世纪时产生了调式，而对音阶的认识到文艺复兴以后才完成。就四音列而言，它包含了不同乐音的使用内涵。另外，四音列被冠以三种不同的名称：自然音的四音列、变化音的四音列和四分音的四音列。这三种四音列的共同特点是在一个四度的框架中变化其中的音程关系，以适应不同的音乐要求，如图 7-2 所示：



图 7-2 三种四音列

在不同的组合中，自然音的四音列可构成一个完整的体系，变化音的和四分音的四音列是在自然的四音列的基础上根据音乐的需要而与之混合使用，这种情况说明古希腊的音乐是在自然音列的基础上混合着与小于半音的音程一起使用的，如上例中“四分音的”四音列中半升^bC 这个音，它的音高是在 C 与 B 之间。这个与阿拉伯等民族仍在使用的音程相似的四音列在欧洲已经失传，但在东方民族中仍随处可见。中国的

西部地区的传统音乐中也还在大量地运用这种四音列中所包含的“半降”（降下半音的一半）或“半升”（升高半音的一半）的音高。如维吾尔族的音乐和陕西的秦腔、碗碗腔、眉户调的音乐等。

由不同的四音列可以组成一个被称为“大完全体系”的两个八度的音列，每一个八度中由两个四音列构成。图 7-3 这个大完全系统，涵盖了人声的基本音域：

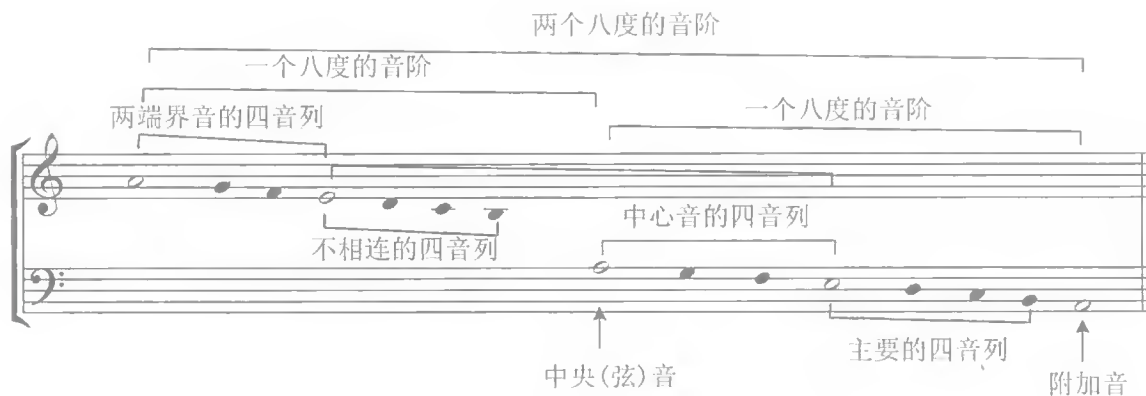


图 7-3 大完全体系

[1] 白箭头表示正鼓音，黑箭头表示侧鼓音；白箭头上的数字为出土编号。下同。

“大完全系统”提供了几点信息：

1. 这是在弦乐器上构成的关系；
2. 这是一个包含两个八度的音列系统；
3. 在这个系统中每个音都有各自的名称，以表明各音所用的指法；
4. 两个四音列可以构成一个完整的七声音阶；
5. 这这也是一个适合于人声演唱所用的音域。

在公元5世纪前后，欧洲的教会和民间在四音列的基础上构成的调式，被统称为“教会调式”，亦称为“中古调式”。在5世纪至6世纪间，主要使用了如下4种“正调式”：

多利亚（Dorian），唱名相当于：mi、fa、sol、la、si、do、re、mi（后来称为“多利亚调式”）

弗利几亚（Phygian），唱名相当于：re、mi、fa、sol、la、si、do、re（后来称为“弗利几亚调式”）

吕底亚（Lydian），唱名相当于：fa、sol、la、si、do、re、mi、fa

密索利底亚（Mixolydian），唱名相当于：sol、la、si、do、re、mi、fa、sol

所谓正调式，即第一音从“主音”（加口者）开始，而所谓“副调式”（亦称“下调式”），第一音从主音的下方四度音开始，主音排列在音列的中间，这是后世所用的关系。以上四种调式的副调式为：

副多利亚（Hypo Dorian）：si、do、re、mi、fa、sol、la、si

副弗利几亚（Hypo Phygian）：la、si、do、re、mi、fa、sol、la

副吕底亚（Hypo Lydian）：do、re、mi、fa、sol、la、si、do

副密索利底亚（Hypo Mixolydian）：re、mi、fa、sol、la、si、do、re

从以上的调式名称与音列关系上可以看出，调式（mode）这个词的原意，是指旋律所用音列中按一定关系进行组织的音高模式。按中文的含义，调式可以

理解为“调的模式”。但以上的多利亚、弗里几里等原来不过是地名。因为这些地方用的调式是某种组织形式，于是就用地名来命名这种调式。以上这些调式，音列的最低音不同，调式的主音及主音的位置也不同。在“正调式”中，加方框的主音在音列的最低音，如四种古希腊调式“多利亚”“弗里几亚”“吕底亚”和“密索利底亚”；在“副调式”中，加方框的主音在音列的中间位置，如四种古希腊调式“副多利亚”“副弗里几亚”“副吕底亚”和“副密索利底亚”。古希腊的四种正调式与四种副调式，曾在音乐实践中起过重要的作用。这些不同的调式的产生与构成，都是在一个“自然音列”中完成的，即在一个大完全系统中，可以产生与构成不同的调式。大完全系统是各种调式的音列基础。

大完全系统的音列与曾侯乙编钟中层三组钟的音列相比，二者有以下某些相同和不同之处：

1. 前者所反映的是弦乐器的音乐用音情况，后者是固定音高的青铜乐器的音乐用音情况；
2. 二者的音域都在两个八度左右的范围，即以人声的音域为限；
3. 前者由一个完整的“自然音列”（与钢琴的白键相同，没有“自然音级”之外的“变化音级”），后者在完整的自然音列中，加上了“C、 \flat E、 \flat F、 \flat B四个变化音级（这些音级所含“旋宫”“转调”等自然音级之外的意义较为丰富）；
4. 前者是一个系统中的全部内容，后者是一个整体中的局部关系。

音列是音乐所用乐音系列的基础形式，两个八度的基本框架，反映了根据人声音域制作乐器，是公元前5世纪前后中西音乐实践都可以达到的实践水准与音乐认识的理论高度。音列的构成及其中所进行的不同调式的组合等内容，也是音乐实践实际水准的客观反映。

第二章 古琴的音域与音列

研究表明，曾侯乙墓出土的“五弦器”，在定弦与基本的乐律学关系上就与古琴的内容相同^[1]；曾侯乙编钟的定音与调律与这件五弦器有密切的关系，它是一件古代的调音仪器，历史上将它称为“均”^[2]；由于这些联系及其中相关问题的相互印证，对曾侯乙编钟的铭文与音乐的性能与琴的关系可以得到进一步的

认识：曾侯乙编钟的定律是以“琴五调”为基础，其音乐的内容也与古琴为代表的琴乐有密切关系^[3]。《管子·地员》中原认为记述“三分损益法”的一段文献与古琴有关，它谈到的与古琴的“正调”调弦相关的律学问题^[4]。所以，对曾侯乙编钟音列的认识，我们首先从古琴说起。

一、古琴的基本定弦与象征意义

古琴，古称为琴，今也称七弦琴等。称为古琴，是因为这件乐器比较古老；称为七弦琴，是因为它张有七弦。就现有的考古发现而言，七弦定制的琴在战国时期已出现了。而更早些时候的琴，古籍上的记载为“五弦”，如《礼记·乐记》载：“昔者，舜作五弦之琴，以歌南风。夔始制乐，以赏诸侯。”古琴从五弦发展到七弦，在东汉应劭《风俗通义》中是这样说的：“七弦者，法七星也。大弦为君，小弦为臣，文王、武王加二弦，以合君臣之恩。”即七弦是效仿“七星”的意思。低音的粗弦象征君主，高音的细弦象征臣子，

（原为五弦）文王和武王各加了一弦（成七弦），以符合君主、臣子之恩。东汉桓谭在《新论·琴道》中也说：“五弦，第一弦为宫，其次商、角、徵、羽，文王、武王各加一弦，以为少宫、少商。”即原来的五弦，弦序各称“宫、商、角、徵、羽”，文王和武王各加的一弦，称为“少宫和少商”。应劭和桓谭说的都是在五弦的基础上，由“文王”和“武王”各加一弦而成七弦，这第六、第七弦被称为“少宫”“少商”，它们分别为第一、第二弦“宫”和“商”的高八度音。从这几段文献中可以看到古琴由五弦到七弦的发展，如表 7-1 所示：

表7-1 古琴弦序、弦名对应表

弦序	第一弦	第二弦	第三弦	第四弦	第五弦	第六弦	第七弦
弦名	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
评价	舜作“五弦”					文王、武王所加	

从以上的分析可以看出，古琴的七弦定制由来已久，与今天古琴的弦序及名称相比也完全一致。湖北

荆门郭店出土战国中期的“七弦琴”，可以证明古琴从战国期间至今基本上是一脉相承的。

[1] 黄翔鹏：《均钟考——曾侯乙墓五弦器的研究》，《黄钟》，1989年第1期、第2期。
[2] 《国语·周语下》：“立均出度。”三国[吴]韦昭注：“均者，均钟木，长七尺，有弦系之，以均钟者。”
[3] 崔克：《曾侯乙编钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997年。
[4] 黄翔鹏：《新石器时期已知音响材料与我国音阶史发展问题》，《音乐论丛》，1980年第3辑。

五弦的“琴”，可能为战国或更早的定制。但到目前为止，作为演奏所用的五弦之琴至今还未见出土，原因之一是木制乐器难以保存。但与“五弦”相关的实物与文献，如上所述，一是曾侯乙“五弦器”，它在“岳山”（琴弦从系弦孔处引出后压在“琴面”的一小段横木）边上有五个系弦孔，使用五弦无疑；二是《管子·地员》的相关记载：“凡听徵，如负豕豕觉而骇。凡听羽，

如鸣马在野。凡听宫，如牛鸣窞中。凡听商，如离群羊。凡听角，如雉登木以鸣，音疾以清。”

这里将宫、商、角、徵、羽五个音的声音比喻为五种动物的叫声，这五音的顺序按“徵、羽、宫、商、角”的排列。如果与今天的古琴相比较，它们的关系如表 7-2：

表7-2 五音对照表

弦 序	第一弦	第二弦	第三弦	第四弦	第五弦	第六弦	第七弦
相对音高	C	D	F	G	A	c	d
弦 名	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
《管子》音序	徵	羽	宫	商	角		
比喻动物叫声	猪	马	牛	羊	鸡		

《管子》的弦序从“徵”开始，到“羽、宫、商、角”，这是一个“宫”音在中央位置的音高序列的排列。下面，它又从“宫”音开始说这五个音的关系，说的是从“黄钟”——“小素之首”为起点，按“宫—徵—商—羽—角”的顺序排列。“小素”即“小索”，亦即“小弦”，

五个音的关系从中央的小弦开始，按四、五度关系产生出从“宫”到“角”的五个音。这个描述与其中包含的内容，与今天的古琴“正调”调弦完全一致，如图 7-4：

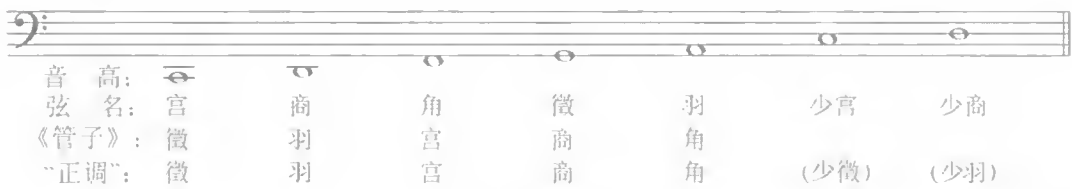


图 7-4 古琴正调定弦音高图

从以上的关系中可以看到：“宫、商、角、徵、羽”是从《管子》的记载一直到后世都在使用的音乐用语，表示每音的相对音高，对应于今天的“do、re、mi、sol、la”，也是古琴的乐理中现在仍在使用的乐理名称；而“少宫”和“少商”这两个古琴上使用的“弦名”，是乐理中的“音级”名称，也是曾侯乙编钟钟铭中的音级名称，如中三 1 号钟正面（面对乐工演奏的一面）正鼓部的标音铭文为“羽”，它背面钲部的解释铭文为“姑洗之少羽，坪皇之终，兽钟之羽角”。正面右鼓部

的标音铭文为“宫”，它背面左鼓部的解释铭文为“姑洗之少宫。姑洗之在楚为吕钟”。

图 7-4 中的“少宫”“少商”，表示比“徵”“羽”高一个八度，即与钟铭的内容相同。上图中的“少徵”“少羽”，也表示比“徵”“羽”高一个八度。

中二 3 号钟正面正鼓部的标音铭文为“少商”，它背面钲部的解释铭文为“坪皇之巽反，姑洗之少商”，说明了“少商”的含义。

二、古琴的“五调”与空弦上的音列

古琴的调弦，以“正调”为基础。在此基础上，再分别以四种“转弦”共同构成古琴的五种调名。历史上，只在魏晋时才有“琴五调”的名称：“琴律”（古琴定音律学体系）一名更晚，至南宋朱熹《琴律说》才见诸文字。但据研究，曾侯乙编钟的钟铭所包括的音高系统，与“琴五调”的关系是十分密切的。^[1] 古

琴的五种调名分别为：正调、慢三、慢一三、紧五、紧二五。^[2] 这五种调名，是按古琴调弦的方式命名的，现在的琴家仍然以这五种基本调弦法定调，并在此基础上扩展成琴调中的 35 种调名和 7 种弦法。^[3] 下面是这五种调名的每一调中各弦空弦音（古琴的术语称“散声”）的音高关系。

[1] 崔宪：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997 年，第 174 页。

[2] “紧”与“慢”是将古琴的弦“调紧”或“调松”的意思，“紧”使之提高一个半音，“慢”则使之降低一个半音或一个全音。

1. 正调（基本调）——相当于今天的F调，宫音在三弦：

表7-3 古琴“正调”音高、弦序对应表

音 高	C	D	F	G	A	c	d
弦 序	-	二	三	四	五	六	七
阶 名	徵	羽	宫	商	角	（少徵）	（少羽）

上表的音高与五线谱的对应关系见图 7-5 所示：



图 7-5 古琴“正调”定弦音高图

2. 慢三——在以上“正调”的基础上将三弦调低半音，相当于今天的C调，宫音在一弦：

表7-4 古琴“慢三”音高、弦序对应表

音 高	C	D	E	G	A	c	d
弦 序	一	二	慢三	四	五	六	七
阶 名	宫	商	角	徵	羽	（少宫）	（少商）

三弦在“正调”为F音，调低半音后为E。上表的音高与五线谱的对应关系见图 7-6 所示：

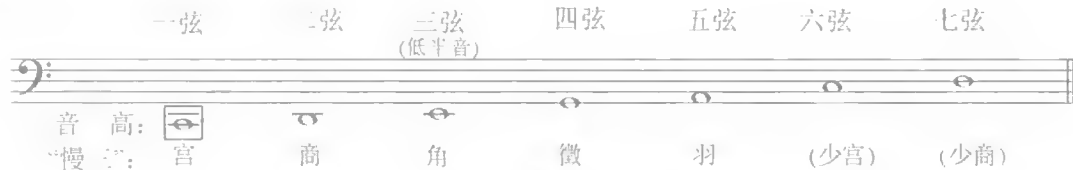


图 7-6 古琴“慢三”定弦音高图

3. 慢一三（六）^Ⅲ——在“慢一”的基础上再将三弦与六弦调低半音，相当于今天的G调，宫音在四弦：

表7-5 古琴“慢一三”音高、弦序对应表

音 高	B	D	F	G	A	B	d
弦 序	慢一	-	慢三	四	五	慢六	七
阶 名	角	徵	羽	宫	商	（少角）	（少徵）

一弦在“正调”为C音，调低半音后为B音（六弦同样调低半音，由C音调成B音）。上表的音高与五线谱的对应关系见图 7-7 所示：

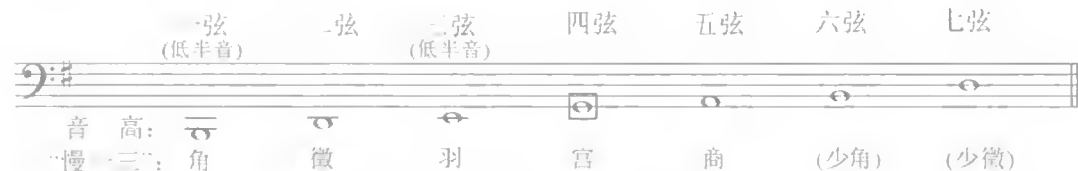


图 7-7 古琴“慢一三”定弦音高图

Ⅲ 沈草农、查阜西、张子谦：《古琴初阶》，北京：人民音乐出版社，1961年。

4. 紧五——在正调的基础上将五弦调高半音，相当于今天的 $\flat B$ 调，宫音在五弦：

表7-6 古琴“紧五”音高、弦序对应表

音 高	C	D	F	G	$\flat B$	c	d
弦 序	一	二	三	四	紧五	六	七
阶 名	商	角	徵	羽	宫	(少商)	(少角)

五弦在“正调”为A音，调高半音后为 $\flat B$ 音。
表的音高与五线谱的对应关系见图 7-8 所示：



图 7-8 古琴“紧五”定弦音高图

5. 紧二五（七）^[1]——在“紧五”的基础上将二弦再调高半音，相当于今天的 $\flat E$ 调，宫音在二弦：

表7-7 古琴“紧二五”音高、弦序对应表

音 高	C	$\flat E$	F	G	$\flat B$	c	$\flat c$
弦 序	一	紧二	三	四	紧五	六	七
阶 名	羽	宫	商	角	徵	(少羽)	(少宫)

二弦在“正调”为D音，五弦在“正调”为A音，
两弦调高半音后二弦为 $\flat E$ 音，五弦为 $\flat B$ 音。上表的
音高与五线谱的对应关系见图 7-9 所示：



图 7-9 古琴“紧二五”定弦音高图

以上五种调名的空弦音所组成的音列，可呈现如
表 7-8 所示的五种不同的音高组合及相对关系：

表7-8 五音音高组合对应关系表

弦序	一	二	三	四	五	六	七
正调	C	D	F	G	A	c	d
阶名1	徵	羽	宫	商	角	徵	羽
慢三	C	D	E	G	A	c	d
阶名2	宫	商	角	商	角	宫	商
慢一三	B	D	E	G	A	B	d
阶名3	角	徵	羽	宫	商	角	徵
紧五	C	D	F	G	$\flat B$	c	d
阶名4	商	角	徵	羽	宫	商	角
紧二五	C	$\flat E$	F	G	$\flat B$	c	$\flat c$
阶名5	羽	宫	商	角	商	羽	宫

[1] “慢一三”也称“慢一六”，因为六弦为一弦的高八度音，一弦调低半音，六弦同样也相应要调低半音。
[2] “紧二五”也称“紧一五七”，因为七弦为二弦的高八度音，二弦调高半音，七弦同样也相应要调高半音。

将上表中各音中的重复音除去，再将不重复的音按五度关系排列起来，其关系为以下的“九声”，调整“正调”中的各弦，使之转成其他四调，这里的“调

弦”称“转弦”，所得之音称“转弦音”。五种调名的空弦音见表 7-9：

表7-9 五种调名的空弦音对应表

	转弦音		正调五音					转弦音	
九 音	$\flat E$	$\flat B$	F	C	G	D	A	E	B
弦 序	紧二	紧五	三	一	四	二	五	慢三	慢一
音阶名	清商	清羽	宫	徵	商	羽	角	变徵	变宫
说 明	变 声		五 声					变 声	

以上这九个音的关系，很可能与《左传·昭公二十五年》的记载有关：“为九歌、八风、七音、六律，以奉五声。”它是说在各种音乐中，都以“五声”为主；或者说是在这九个音当中，以“五声”为基础，以五

声为骨干（这与以汉族音乐为主的中国传统音乐大多数的音调也是以五声为主相一致）。以五声为中心的“九声”音列，可以呈现出如表 7-10 所示关系：

表7-10 “九声”音列关系表

音 名	C	D	E	F/ $\sharp F$	G	A	$\flat B/B$	(C)
唱 名	do	re	mi	fā/ $\sharp f$ a	sol	la	$\flat si/si$	(do)
音阶名	宫	商	角	(变徵)	徵	羽	(变宫)	(宫)

可以说，以上以五声——“宫商角徵羽”和“变声”——变宫、变徵组成的音列，是古琴的基本音列，是各种调名的基础，也是中国传统音乐中最基本的关系。在这个基础上，古琴的音域从“小字组 c”到“小字三组 g”（c～g³），包含了三个多八度的音域，其中“五调”所含的基本音列排列见图 7-10 所示：

这是今天所看到的古琴的音域。虽然我们无法证明战国初期的“琴”就使用了这么宽的音域，但战国初期的琴已具七弦形制，与今天的古琴弦制相同，形制也基本相同。与之同时代的曾侯乙编钟音域已有五个八度以上，超出了上述音域。可以设想，这种音域不但存在，而且还有广泛应用的可能性。



图 7-10 古琴“五调”音域及基本音列

第三章 均钟调律与钟铭的关系

曾侯乙墓出土的“五弦器”，《曾侯乙墓》^[1]发掘报告称其为“五弦琴”。据研究，这是一件不可演奏的“乐器”，应当是一件给编钟调律（调整音高）用的声学仪器——均钟。^[2]在曾侯乙编钟的调律、定音及铭

文的律学关系中，均钟都有十分重要的作用。因为它与古琴可能存在着相同的律学性能、相同的乐学内容，在揭示曾侯乙编钟乐律学体系等问题上起到了关键的作用。

第一节 均钟的基本特征

在曾侯乙墓出土的众多乐器中，均钟是一件比较特殊的“乐器”，《曾侯乙墓》对这件“乐器”的具体形制与各种数据描述如下：“木质。形若长棒，首段近方，尾段近圆。全长 115、首（体较方的一端）宽 7.0、高 4.0 厘米，尾宽 5.5、高 1.4 厘米。琴面平直狭长，首端立一蘑菇状柱，柱高出琴面 4.4 厘米，系供拴弦之用。弦已朽烂无存。拴弦柱旁和琴面尾端分别横亘着首、尾岳山。首岳长 5.1、底宽 0.8、高 0.35 厘米，尾岳长 4.5、底宽 0.8、高 0.35 厘米。两岳间距 106 厘米。两岳外侧，均并列五个弦孔，孔径 0.3、孔距 1.0 厘米。琴身首起长 52 厘米为一狭长形音箱，内空，周壁平直，底板首端尚开一椭圆形孔与内腔相通。琴身另一段表

面平直，底部弧圆，尾端呈坡状上收。能体未见附有琴轸和柱，也未见附轸和立柱的痕迹。”^[3]

从以上的形制与数据中可以看出，这并不是一个适于演奏的“乐器”：半截共鸣箱说明使用时仅用一半的弦长即可，共鸣箱腔内狭小发音的音量不会大；整体呈“棒状”，不像演奏的乐器那样可以平稳放置，弦距小无法“容指”，也不好演奏；首尾岳山高 0.35 厘米，各弦距面板的高度亦约 0.35 厘米，也只适合于轻微的发音，因弦离指板太近使各弦在任何位置按下某一音位时，都更适于作弦长比例的精确计算（功能有如汉代的“弦准”）。它的弦制为“五弦”，与早期的古琴弦制相同；有效弦长为 106 厘米，与后来大多

[1] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》，北京：文物出版社，1989 年。

[2] 黄翔鹏：《均钟考——曾侯乙墓五弦器的研究》，《黄钟》，1989 年第 1 期、第 2 期。

[3] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》，第 161 页。

数的古琴的有效弦长（110 厘米左右）基本相近；它应当是被称为“均钟”并在先秦宫廷中曾使用过的调律器（调整音高用的声学仪器）。在《国语·周语下》三国韦昭注中有这样的描述：“均者，均钟木，长七尺，有弦系之，以均钟者，度钟大小清浊也。汉大予乐官有之。”

以五弦器与“均钟木”相比较，其“长棒”形与“均钟木”的形状，其 106 厘米与“长七尺”（按殷墟出土的商代牙尺长度约 15.8 厘米计算，七尺即 110.6 厘米，与 106 厘米相近）的长度，其五弦定制与“有弦系之”的安弦性质，以及不适于演奏而利于弦长计算与“以均钟者”的调钟所用的音高标准器的功能，都可说明五弦器的用途即韦昭所说“度钟大小清浊”——调钟的大小与音的高低之用的仪器。这件调钟用的均

钟，与早期古琴的五弦相同。《管子》记载的“徵、羽、宫、商、角”五音（后为七弦的古琴），在基本的音乐性能上并无本质不同，只是在五弦基础上的发展，音域也向高音拓宽，使高音区的演奏更方便。所以乐律的内容五弦与七弦基本相同。

曾侯乙编钟铭文的律学研究证明，均钟五弦是“多一弦则不必，少一弦则不足”，五弦正好符合全部钟铭的律学内容需要。^[1] 均钟所包含的乐律学关系，可以与钟铭相互证明，也可以与后世的“琴五调”相互验证。^[2] 因此，五弦器用途的确认，不仅给钟铭及其律学内涵提供了实践的依据与理论的基础，以及曾侯乙编钟在战国初期所达到的水平提供了物证，而且为揭示曾侯乙编钟对后世的影响，乃至古琴音乐作为一种特殊的音乐品种流传后世提供了钥匙。

第二节 节点、徽位与“顛—曾”^[3] 关系

“节点”这个词是宋代沈括对琴类乐器弦上不同比例之“点”赋予的名称，意思是弦的 1/2、1/3、1/4、1/5、1/6、1/8 等处，是按某一等分划分的点，故称为节点。大约在魏晋时期，人们在古琴弦上常用的 13 个节点处用贝壳、玉、黄金等材料作了标识，称之为“晖”，后改称“徽”，称为“十三徽”。这个称谓一直沿用至今。古琴的面板外侧所列的这 13 个“徽位”及某些徽位之间的关系，是认识“均钟”声学特性的重要途径。

古琴徽位所标明的节点，在演奏中有两种主要的用途：一是演奏“泛音”所用（在琴谱中简称为“泛”），一是演奏“按音”。按音中又有两种取得“某音上方

大三度”和“某音下方大三度”的关系：空弦音与 11 徽的按音关系，是某音上方大三度（八度+大三度），如空弦音为 C，11 徽则为 e；从 9 徽的按音起对 12 徽按音，是某音下方大三度，如空弦音为 C 的 9 徽为 g，12 徽则为 ^be。这两对大三度音程与钟铭表示某音的上方大三度——“顛”与表示某音的下方大三度——“曾”（“增”的古字）相合。如果以“正调”各弦上用“按音”的关系，最常用的 7 至 13 徽所得各音与钟铭的关系，有如表 7-11 所示一些音高：

对应于五线谱，表 7-11 所得音高如下：

表 7-11 古琴徽位与曾侯乙编钟钟铭对应关系表

徽 位	13	12	11	10	9	8	7
弦长比例	7/8	5/6	4/5	3/4	2/3	5/6	1/2
与空弦音相对音高	偏高大二度	小三度	大三度	纯四度	纯五度	大六度	高八度
空弦：C（宫）	↑D	^b E（徵曾）	E（宫顛）	F（和）	G（徵）	A（羽）	c（宫）
空弦：D（商）	↑E	F（羽曾）	[#] F（商顛）	G（徵）	A（羽）	B（徵顛）	d（商）
空弦：F（和）	↑G	^b A（宫曾）	A（羽）	^b B（商曾）	C（宫）	D（商）	f（和）
空弦：G（徵）	↑A	^b B（商曾）	B（徵顛）	C（宫）	D（商）	E（宫顛）	g（徵）
空弦：A（羽）	↑B	C（宫）	[#] C（羽顛）	D（商）	E（宫顛）	[#] F（商顛）	a（羽）

[1] 黄翔鹏：《均钟考——曾侯乙墓五弦器的研究》，《黄钟》，1989 年第 2 期。
[2] 崔宪：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997 年，第 162-174 页。
[3] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》，《音乐研究》，1981 年第 1 期。

1. “正调”一弦散声(空弦)及各徽上“泛音”和“按音”音高,见图 7-11 所示:

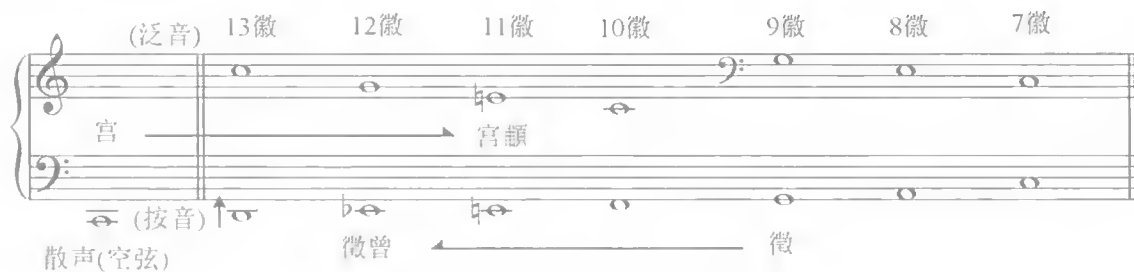


图 7-11 古琴“正调”一弦 7-13 徽音高

2. “正调”二弦散声(空弦)及各徽上“泛音”和“按音”音高,见图 7-12 所示:

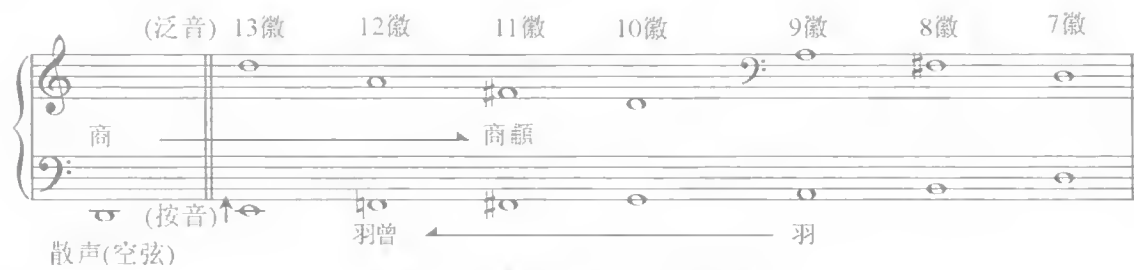


图 7-12 古琴“正调”二弦 7-13 徽音高

3. “正调”三弦散声(空弦)及各徽上“泛音”和“按音”音高,见图 7-13 所示:

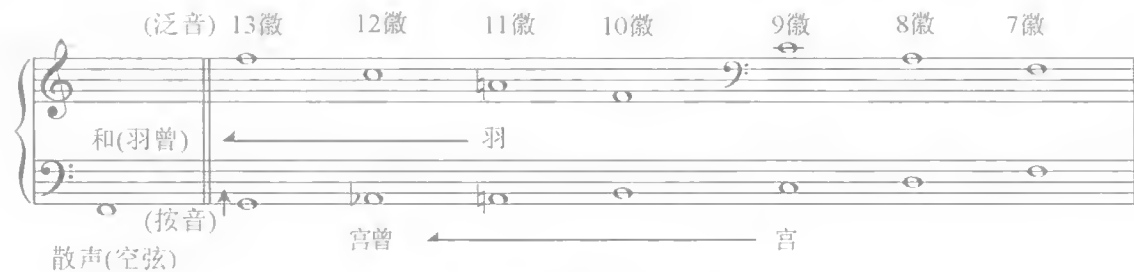


图 7-13 古琴“正调”三弦 7-13 徽音高

4. “正调”四弦散声(空弦)及各徽上“泛音”和“按音”音高,见图 7-14 所示:



图 7-14 古琴“正调”四弦 7-13 徽音高

5. “正调”五弦散声(空弦)及各徽上“泛音”和“按音”音高,见图 7-15 所示:

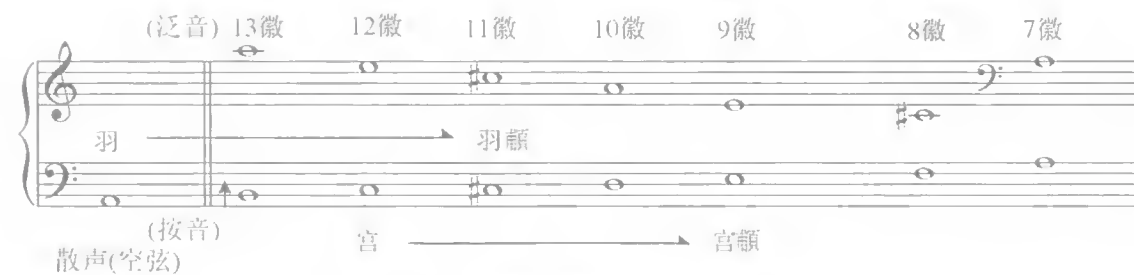


图 7-15 古琴“正调”五弦 7-13 徽音高

如果加上“正调”之外的四种“转弦”，增加的散声（空弦）音与各徽上的“泛音”和“按音”音高如表 7-12 所示：

表 7-12 古琴徽位与散声对应表

徽 位	13	12	11	10	9	8	7
弦长比例	7/8	5/6	4/5	3/4	2/3	5/6	1/2
与空弦音相对音高	偏高大二度	小三度	大三度	纯四度	纯五度	大六度	高八度
空弦：B ₁ （慢一：徽角）	↑ [#] C	D（商）	[#] D	E（宫角）	[#] F（商角）	[#] G（羽）	B（徽角）
空弦：E（慢三：角）	↑ [#] F	G（徵）	[#] G	A（羽）	B（微角）	[#] C（羽角）	c（宫角）
空弦： [#] E（紧二：徽曾）	↑F	F（羽曾）	G（徵）	[#] A（宫曾）	[#] B（商曾）	[#] B（商曾）	[#] c（微曾）
空弦： [#] B（紧五：商曾）	↑C	[#] D（变商）	D（商）	[#] E（微曾）	F（羽曾）	G（徵）	[#] b（商曾）

对应于五线谱，上表所得音高如下（徽位的顺序按琴的习惯方式，从右至左排列；由于徽位的作用也演奏泛音，故将泛音也列出，供参考）：

1. “慢一”一弦散声（空弦）及各徽上“泛音”和“按音”音高，见图 7-16 所示：

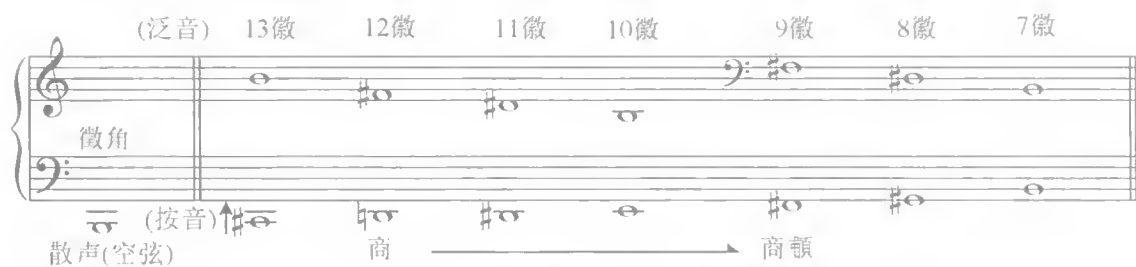


图 7-16 古琴“慢一”一弦 7-13 徽音高

2. “慢三”三弦散声（空弦）及各徽上“泛音”和“按音”音高，见图 7-17 所示：



图 7-17 古琴“慢三”三弦 7-13 徽音高

3. “紧二”二弦散声（空弦）及各徽上“泛音”和“按音”音高，见图 7-18 所示：

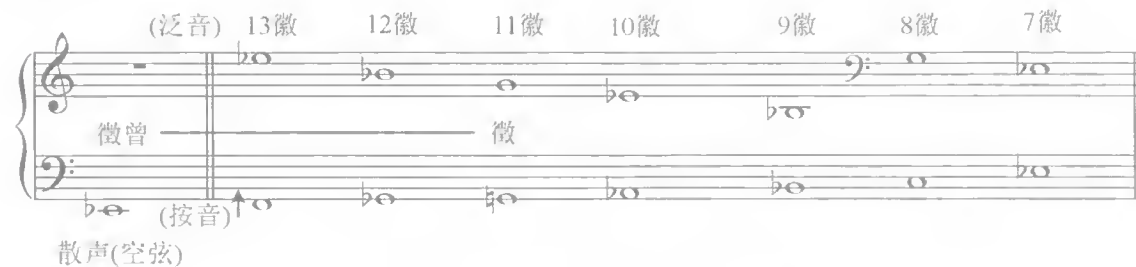


图 7-18 古琴“紧二”二弦 7-13 徽音高

4. “紧五”五弦散声（空弦）及各徽上“泛音”和“按音”音高，见图 7-19 所示：



图 7-19 古琴“紧五”五弦 7-13 徽音高

从上面两组表、谱关系中可以看出,每一空弦的空弦音至该弦的11徽音的音程,关系都是该空弦音上方的大三度“蕤”;每一弦的9徽至该弦12徽的音程,关系都是9徽音下方的大三度“曾”。或者说,每一空弦音至该弦11徽的音程,可以互为“蕤—曾”;每一弦的9徽至该弦12徽的音程,也可以互为“蕤—曾”。即两音间为大三度的音程关系,则可互为“蕤—曾”。这被解释为“蕤—曾”关系的来源,也是先秦编钟定律来自“五弦器”(均钟)的“弦律”的内存关系之一。“五弦器”与“琴”在音高性能上的一致性,使编钟与琴所代表的弦律也有了内在的一致性。

虽然战国初期并未见“徽”已存在的证据(“徽”至迟在魏晋时产生),但在先秦的盲乐师那里,“徽”所代表的“节点”位置,在他们应用时靠的是手上的经验,并不意味要用眼睛。他们过人的听觉能力可能比其他人更具有驾驭这些“节点”的能力。这也可能是《管子》为什么只记“微、羽、宫、商、角”这五个空弦音的比例关系,而不记其他弦上的按音和泛音的原因所在。^[1]也就是说,古琴、古筝、古瑟一类的弹弦乐器,其空弦各音可以用理论数字的形式来表示音高的比例关系,弦上的按音与泛音等所有的音高,都靠乐师、乐工手中的经验掌控。

第三节 “蕤—曾”关系与“半音音列”

以钟铭的“宫、商、微、羽”(do、re、sol、la)四个基本音级,加上“宫蕤、商蕤、微蕤、羽蕤”(mi、fa、si、do),再加上“宫曾、商曾、微曾、羽曾”(b^{la}、b^{si}、b^{mi}、fa)这“四基”“四蕤”和“四曾”的“蕤—曾”

体系^[2],对应在古琴上各个徽位上的音,如以音列的形式按高低次序排列出来,得到的是以下的“半音音列”,见图7-20所示:



图 7-20 蕤曾十二音

这是一个“中国式”的“半音音列”,也是中国在公元前5世纪时产生的“十二音”。这个音列,在曾侯乙编钟的中音区完整无缺,一个音都不少。值得注意的是:这个十二音的音列,是由“微、羽、宫、商”这四个基本音级——“四基”为基础,再分别向上方大三度产生“四蕤”,向下方大三度产生“四曾”,而这四个音级所构成的关系,与宋代姜夔的“四宫”,与现福建南音、西安鼓乐,智化寺京音乐的“四宫”等

有明显的联系。^[3]可以说,这是一个高度发达的音列,如果不是音乐实践中的需要,不是“转调”内容的丰富,用全这十二个音是没有必要的。这个中国式的“十二音”,即“十二律”俱全的音列,不但可以折射出曾侯乙编钟所演奏的音乐已达到的水平,可以折射出其音乐理论上的完备,其中也一定蕴涵着更为丰富的音乐实践内容。

[1] 黄翔鹏:《我国新石器时代与青铜时代已知音响与音阶发展史问题》,《音乐论丛》,1979年第1辑、1981年第3辑。

[2] 黄翔鹏:《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》,《音乐研究》,1981年第1期。

[3] 黄翔鹏:《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》,《音乐研究》,1981年第1期。

第四章 曾侯乙编钟的音列

音乐是一个以声音为表现手段，以时间为过程的艺术形式。古代音乐的声音无法保留，音乐的音响形式无从知晓，但是，对古代编钟正鼓音上音列及模式的认识，可以帮助人们对比后世音乐所用的“音列”和“音阶”这些旋律用音的认识。可以在听不到旋律的情况下“看到”古代音乐中遗留下来的、曾被用做音乐组织基础的技术手段。在这个音高关系中，即可使现代人对两千多年前的音乐理论及音乐实践有一个基本的估价。

在1978年以前，信阳出土的公元前525年（鲁昭公十七年）晋国为纪晋灭陆渾戎事所造的一套13枚编钟是音乐性能最好的编钟之一。1957年在河南信

阳出土的这套编钟音色优美，音质纯正，一直是春秋编钟的佼佼者。但在曾侯乙编钟出土前，对它的音列的认识，一直停留在正鼓音上。13枚钟的正鼓音共计13个音。尽管如此，它们的相对关系也达到了两个八度的音域，由一组相当于“六声”的音列构成。这个六声音列是在五个“正声”——宫、商、角、徵、羽的基础上加一个“变声”——偏高的“清角”组成，这是一个以“正声”（宫商角徵羽）为主，“变声”（清角）为辅的音列，也是一个符合中国传统音乐旋律风格的基本模式（音级名称借用曾侯乙编钟的铭文）^[1]，见图7-21所示：

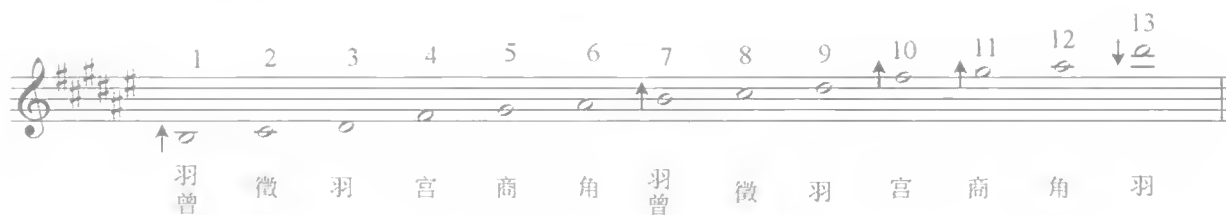


图 7-21 河南信阳编钟音列（单音）

曾侯乙编钟面世后，再对信阳钟进行测音分析，发现其侧鼓音的性能与正鼓音有同样的意义，即在公元前6世纪时编钟的音列，已可说明其音乐性能的完备。

曾侯乙编钟出土后，一钟双音的调音模式，正、侧鼓音以大、小三度为固定音程关系的音位安排模式，以及正鼓音的音列，侧鼓音的补充关系等等新发现，使人们对古代编钟的音列有了全新的认识。根据这一

[1] 杨荫浏：《中国古代音乐史稿》（上），北京：人民音乐出版社，1981年，第85页。黄翔鹏：《我国新石器时代与青铜时代已知音响与音阶发展史问题》，《音乐论丛》，1979年第1辑、1981年第3辑；黄翔鹏：《溯流探源——中国传统音乐研究》，北京：人民音乐出版社，1993年，第46-47页。

认识,再对信阳钟进行重新测音,发现在13枚钟上有26个乐音(音级名称借用曾侯乙编钟的铭文)^[1],如图7-22所示:



图 7-22 河南信阳编钟音列

根据音列分析,信阳1号钟明显偏高,且从“羽曾”(清角)开始,似非原套。据纹饰分析也得出相同结论——即信阳编钟的起始音应从“徵”音开始,这符合中国传统音乐的实践要求,在曾侯乙编钟的铭文中得到了证明(见下面“中层三组”的音列与铭文)。

从正鼓音的排列上看,曾侯乙编钟的音列安排延续了信阳春秋编钟的音列关系,并有重要的发展:一是曾侯乙编钟下层甬钟的正鼓音,已从“六声”达到

了“七声”,仍保持了“正声为主、变声为辅”的模式;二是曾侯乙编钟的正鼓音与侧鼓音合编,在中音区已达到了“十二律”俱全的关系;三是曾侯乙编钟铭文中可以看到已从原来只能用少数几个调,达到了“六宫”以上的调,并有“十二律”俱全的铭文标示,这使曾被怀疑的《礼记·礼运》中“五声、六律、十二管,旋相为宫”的记载,有了乐器与音乐铭文等方面的证据。下面是曾侯乙编钟中层三组的音列,见图7-23所示:

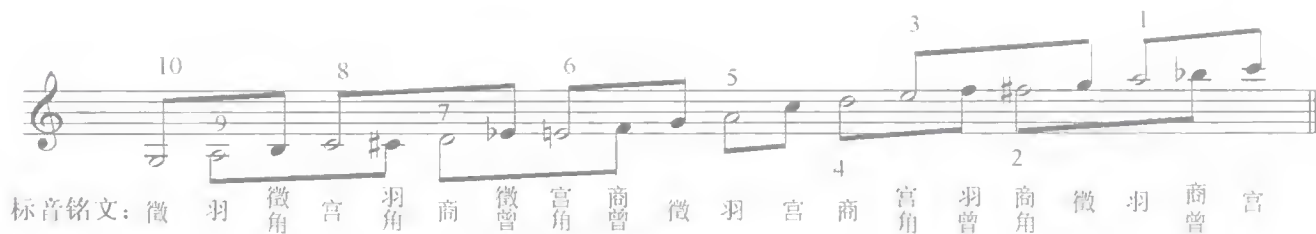


图 7-23 曾侯乙编钟中层三组音域及标音

在曾侯乙编钟出上前,“十二管旋相为宫”之所以被怀疑,是因为人们所看到的先秦乐器似不具备进行“十二律旋宫”的音乐性能,因而认为这句话可能是汉代人给《礼记》加上的,代表了后人对前世的一种音乐上完成“十二律旋宫”的愿望。实际上,汉代的乐器是否能达到这个“转调”的水平还不得而知。因为汉代也未见比曾侯乙编钟更大规模的乐器及“转调”性能更为强大的乐器。但是,曾侯乙编钟出土后,从编钟的音乐性能到全套完整的音乐铭文,都证明其“旋宫”的性能远远超出了人们的想像,比较常用的调可能达“六宫”以上;^[2]就铭文而言,除“F、C、G、D、A、E”这六个调外,十二律中其余的六个调(B、“F^bG”、“D^b”、“A^b”、“E^b”、“B”)都有“律名”记载,说明这些调都存在被使用的可能性。^[3]

所谓“正声”为主、“变声”为辅的正鼓音列,突出的是“祖调”(或“本调”)基本旋律的用音关系;所谓“十二律”俱全的音列安排,体现的是“旋宫”和“转调”的需要;所谓六宫以上的旋宫可能,则以“和、宫、徵、商、羽、角”(相当于今天的F、C、G、D、A、E这六个调高),这是甬钟高音区以正、侧鼓音合编的全部音高,也是在中、低音区上以正鼓音排列的音高;在低音区以正、侧鼓音合编方式的安排。^[4]这里显现的信息是:以祖调奏旋律,这六声十分突出,与信阳春秋编钟有异曲同工之妙;以这六声为“宫”,是转调中六个常用调。“旋宫性能达六宫以上”^[5],是从曾侯乙编钟测音研究中得出的结论。这六宫,正好与这六个律名用做“宫”音的关系相同。结合曾侯乙编

[1] 黄翔鹏:《曾侯乙编钟每钟两音音名与阶名的乐律学分析》,《溯流探源——中国传统音乐研究》,第96页。

[2] 黄翔鹏:《先秦音乐文化的光辉创造——曾侯乙墓的古乐器》,《文物》,1979年第7期。

[3] 崔光:《曾侯乙编钟宫调关系浅析》,《黄钟》,1988年第4期。

[4] 谭维四、冯光生:《关于曾侯乙编钟钮钟音乐性能的浅见——兼与于湘同志商榷》,《音乐研究》,1981年第1期。

[5] 黄翔鹏:《先秦音乐文化的光辉创造——曾侯乙墓的古乐器》,《文物》,1979年第7期。

钟铭文，旋宫的性能在“六宫”的基础上，在一定的条件下，有达到“十二宫”的可能。

曾侯乙编钟比信阳春秋编钟约晚百年左右，从音列上对比，前者的音乐性能比后者大大提高。除了音列中所包涵内容的丰富外，编钟的数量也从一套 13 件而增加为一套 64 件（加上未下葬的“大羽”钟，当

为 65 件）。而中层的三组甬钟，以 10 件至 12 件不等，仍保持了原来一组钟基本的数量（大多春秋到战国出土编钟，以 8 件至 14 件不等）。曾侯乙编钟以三组合编，加强了低音甬钟，以增强“旋宫”的能力和音乐的其他性能，铭文也综合了曾、楚、晋、齐、申等诸侯国与周王室不同的乐律内容。

第五章 曾侯乙编钟乐律理论与古希腊音乐理论

第一节 古希腊的五度相生律与曾侯乙编钟的律制

与曾侯乙编钟时代相近的古希腊时的律制，是公元前 5 世纪以毕达哥拉斯为代表的“五度相生律”理论。这是在一根弦上进行定律实验与五度相生律的律学理论研讨，提出了系统完整并符合音乐实践的调律理论。它表明对音乐的理论认识达到了较高的水平，同时对音乐实践也产生了科学的指导作用。

五度相生律理论的建立，是基于对弦长 2:3 的比例关系的认识与应用。古希腊人认识到，当一根弦在振动时，弦长的 1/2、1/3、1/4、1/5、1/6 的比例都在同时振动，从而构成了一个谐和的音程系列——八度、

纯五度、大三度与小三度。在这个协和的音程关系中，其中产生纯五度的 1/3（实为相差八度又纯五度：复音程的纯五度）的比例数，其本质关系为 2:3，即在一根弦的空弦上的纯五度，是由空弦的弦长（假设为 1）与上方音弦长（假设为 2/3）的关系产生的——下方音的弦长为上方音弦长的 1.5 倍。如果以此将这个纯五度的比例关系作为基本单位，经过纯五度音程的不断相加——其单位 2/3 的不断相乘或相除，可以计算出音乐所用七个基本音级的全部音高，用弦长的比例关系见表 7-13：

表 7-13 五律相生律音高与弦长对应表

音 高	C	D	E	F	G	A	B
弦长比值	1/1	8/9	64/81	3/4	2/3	16/27	128/243
生律次序	± 1	3	5	-1	2	4	6
唱 名	do	re	mi	fa	sol	la	si

据说毕达哥拉斯首先发现一根弦的 1/2 可产生纯八度，2/3 可产生纯五度，3/4 可产生纯四度，然后得出一个结论：弦长的比例关系越简单，音程越谐和，否则音程越不谐和。按照这个说法，上表中最谐和的是纯五度：C—G（1:2/3），最不谐和的是大七度：C—B（1:128/243）。这一理论与其产生的定律体系（为乐器

的制作、乐器的定音及音乐理论的研究提供理论依据），长期适应欧洲的音乐：音阶的基本关系即在七个自然音级上构成七个基本调式，和声的语言以纯四、纯五度的平行为主。9 世纪开始，“奥尔加农”（Organum）音乐中逐渐突出三度关系的和声音程，纯四、五度在和声中退到次要地位，14 世纪至 15 世纪才将五度相生

律音阶中的第三级、第六级和第七级音改用 4/5 比例的“纯律大三度”代替 64/81 的大三度，产生了被称为“纯律”的律制，成为五度相生律后的又一重要律制。

与上述理论相似，中国古代的五度相生律是以“三分损益法”的形式被认识的，这是上文提到的《管子·地

员》中的一段文字所记载的理论。这段文字也以弦长的比例将“宫、商、角、徵、羽”五音按一根弦不同的“三份”，去掉一份或增加一份来完成的。按照这段文字的描述，“宫、商、角、徵、羽”五个音的关系如表 7-14 所示：

表 7-14 三分损益法音高与弦长对应表

音 高	G	A	(B)	C	D	E	(F)
音 名	徵	羽		宫	商	角	
弦长比值	4/3	16/27		1/1	8/9	64/81	
生律次序	2	4		1	3	5	
唱 名	sol	la		do	re	mi	

以上《管子》所记为“正声”的“三分损益法”关系，也就是“宫、商、角、徵、羽”的五度相生律关系。与毕达哥拉斯相比，它的“宫”音——do 不在最低音位置，而居中央：徵和羽在“左边”——低音方向，商和角在“右边”——高音方向；只有五音，不是七音。与曾侯乙编钟的正鼓部音列相比，它和下层甬钟、中层三组钟的排列相同。与古琴相比，和古琴的“正调”调弦关系一致。

研究成果证明，曾侯乙“五弦器”应是早已失传的均钟，它是用以调钟的声学仪器。在调弦与定律的性能上，它又与古琴有相同的关系。由于它的弦制为五弦，将五弦的空弦音假设为《管子》记载“徵、羽、宫、商、角”五音的相对比例关系，再与曾侯乙钟铭、音位等音乐内容比照研究，结果是：曾侯乙编钟铭文所包含的全部关系，都可从“均钟木”上得到印证。^[1] 同时也可证明，正鼓部的音列，信阳春秋编钟与曾侯乙编钟有相同之处。为了旋宫等方面的需要，后者侧鼓部的音位更加丰富，旋宫的性能也更加优良。

《管子》所载的“三分损益法”，是文献最早对“五度相生律”的记录。但是，《管子》的成书年代是先秦还是两汉，历来有不同看法。以曾侯乙编钟的音乐调式理论与《管子》的记载相比较，不但可以反证《管子》的真实性，亦可证明《管子》仅记“五音”的合理性。《管子》中的五个音名，实际上就是琴上空弦的关系，其中最低的一音为“徵”，排列则为“徵、羽、宫、商、角”（sol、la、do、re、mi）相同，即为“正调”的空弦音，这与曾侯乙编钟“中层三组”以“姑洗”律为“宫”（C）的音列排列和铭文关系一致，也与“下层二组”以“浊兽钟”为“宫”（G）的音列排列和铭文关系一致，这说明琴的定律与曾侯乙编钟定律的密切关系，也说明

这是最早使用五种基本调式的明证。曾侯乙编钟所体现的五声、六律、七声，以致所达到的十二半音体系，都远远超出了文献的记载，也极大地丰富了世人对战国时期中国古代音乐理论发达程度的认识。

通过对曾侯乙编钟的调音与定律研究，证明其律制是以《管子》的“五音”和“三分损益法”的基础上，再以钟铭的“颀”和“曾”两个后缀词的三度关系调律所得。这一律制中有 25 个律高，在一个“律位”上包含几个不同的律高的情况下，这是非平均律性质的“十二律”。它与后世的三分损益“十二律”不同，却与后世的“琴律”有联系。有关琴律的记载，虽然在宋代才见朱熹的《琴律说》，但从曾侯乙编钟的铭文及音乐的实践看，琴律当早在战国时期就有了全面的实施及丰富的内容。

曾侯乙编钟的律学内容如此丰富，《管子》为什么只记了“五音”，而其余大多数的“音”则失载？如果知道当时的调音者为盲人乐师，这个问题就不难回答了。“五音”不过是五个“散音”（“空弦音”），而其余大多数音都在均钟上以“按音”或“泛音”的方式取得，它只留在了乐师的经验里，只留在了乐师的调音手法中。《管子》所记的“五音”不但是琴的“正调”定弦的空弦间比例的关系，也是曾侯乙编钟定律的律制基础。

按照“琴律”最基本的内容，曾侯乙编钟是在“琴五调”的基础上进行调音的。也就是说，在公元前 5 世纪时，中国的调律已在“五弦”的“均钟木”上完成。这样的调律方法，并不是单纯地在弦上“计算”，而是以琴乐的实践为基础，以编钟的应用为目的，又以盲乐师的经验为方法。因盲乐师没有著书立说的可能，调律经验与调律理论的失载，也就成了必然的结果。

[1] 崔宪：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997 年，第 174 页

第二节 古希腊的“大完全系统”与曾侯乙编钟的“八度分组”

在古希腊时，因音乐实践的需要和里拉琴的音域设计，由不同的四音列可在一个八度和两个八度内组成七声音阶，构成一个“大完全系统”。这个系统是在A至a¹（“大字组A”至“小字1组a”）之中两个八度的指法与调式的结构关系，也正好是人声最佳的

音域。而曾侯乙编钟的音域从A₁至d⁴（“大字1组A”至“小字4组d”），达到五个八度以上，仅比现代钢琴的高音区和低音区各少一个八度。在曾侯乙编钟的铭文中，这五个多八度的分组，标音系统以“濇、大、（正）、少、反”不同术语表示。

一、古希腊的“大完全系统”

古希腊的“大完全系统”，是由四组“四音列”共同构成两个不同音区的“八度的音阶”，并与里拉琴的调弦有关，是明显带有以实践为基础的经验性理论。从这个系统的音域与音列的组成看，它基本上适应了当时以人声为主，以器乐为辅的音乐实践，并且体现

出一个没有今天意义上“转调”安排的“自然音列”。

在“大完全系统”中，每个音均按演奏中的指位等关系名称见表7-15，更可以说明其直接来自实践并记录了实践中所需要的内容^[1]：

表 7-15 “大完全系统” 音名表

	a ¹	g ¹	f ¹	e ¹	d ¹	c ¹	b		a	g	f	e	d	c	B	A
原名	Nete	Paranete	Trite	Nete	Paranete	Trite	Paranete		Mese	Lichanos	Parhypate	Hypate	Lichanos	Parhypate	Hypate	Pposlam-banomenos
译 意	最后音	倒数第一音	第二(指)音	最后音	倒数第一音	第二(指)音	中央音的邻音	不相连	中央(弦)音	食指音	主音的邻音	主要音	食指音	主音的邻音	主要音	附加音

“大完全系统”的音域包含了“两个八度”，可能囿于乐器的性能或者“器乐化”的要求还不高，这个“系统”并没有发展为更宽的音域。将曾侯乙“均钟木”所含音域与“大完全系统”的音域相比较，可以发现

其中相同或相似之处：二者都是以弦乐器为基础的音高系统，音域在两个八度或两个八度以上。这说明，在这个时期中国与欧洲在调音、定律方面有相近之处。

二、曾侯乙编钟的“八度分组”

为区分不同“八度组”的音阶，曾侯乙编钟铭文采用了不同的称谓。按正鼓部的音列，八度的分组按“徵、羽、宫、商、角”的关系安排。最基本的一组在“中

音区”，即所谓“正声”组：g—a—c¹—d¹—e¹。再向高音区延伸“少声”组和“少声之反”组，向低音区延伸“太声”组和“濇声”组。

[1] 唐纳德·杰·格劳特、克劳德·帕利斯卡：《西方音乐史》，汪启璋、吴佩华、顾连理译，北京：人民音乐出版社，1996年，第10页

（一）正声

正声，实指音乐用语在“中声”^[1]（适中音域）的八度组。曾侯乙钟铭中并无“正声”一词，但钟铭中的“徵、羽、宫、商、角”等音名前后都没加前缀或后缀词的，均可理解为“正声”。与曾侯乙编钟铭文内容相通的江陵雨台山21号楚墓律管上的墨书铭文，有“定文王”和“浊文王”两个律名，与钟铭的“文王”的“浊文王”相同。^[2]“定”应即“正”，“定文王”应即“正文王”；“浊文王”则比“文王（定文王）”低一律（半音）。《说文》称：“定，安也。从宀，从正。”《字汇·宀部》称：“定，正也。”可见“定”与“正”通，“正文王”也可以省做“文王”。“文王”是钟铭中楚律的六阳律之一，楚律的六阴吕都在阳律律名前加“浊”，构成十二律。所以，“徵、羽、宫、商、角”可知为“正声”。

（二）少声

从中层一组和中层二组的高音区，标音铭文可见“少羽”“少宫”“少商”等音名，它们均在“羽”“宫”“商”的高八度位置。中三1号钟的铭文，正面正鼓部标音为“羽”，背面钲部标注的铭文中“姑洗之少羽”句；正面右鼓部标音为“宫”，背面右鼓部的标注铭文有“姑洗之少宫”句。

中三4号钟的铭文，正面正鼓部标音为“商”，背面“钲部”标注的铭文中“姑洗之少商”句。又如中一4号钟正鼓部标音“少羽”，是该组8号钟正鼓部“羽”的高八度；中一3号钟正鼓部标音“少商”，是该组6号钟正鼓部“商”的高八度。

（三）某声之“反”

钟铭中表示高八度的还有某音的异名，如“巽”为“宫”的高八度，“终”为“徵”的高八度，“鼓”“喜”为“羽”的高八度等。如中二4号钟反面钲部有“坪皇之终反”“姑洗之喜”的铭文，“终”为“徵”的高八度，“终反”又为“终”的高八度；“坪皇之终反”比“坪皇之终”高八度。此钟的这些铭文表示正鼓部的“羽”音，可奏“坪皇之终反，姑洗之喜，浊新钟之𡗗”等。也有用“反”字作后缀词表示某音的高八度，

如中一4号钟右鼓部标音“宫反”，是该组7号钟正鼓部“宫”的高八度；中一2号钟正鼓部标音“角反”，是该组5号钟正鼓部“下角”的高八度。

（四）“大”声

“大”字在曾侯乙编钟铭文中是表示低音的前缀词，下层一组三个钟位的钟架横梁上，前两枚的挂钟位置刻有铭文“姑洗之大羽”和“姑洗之大宫”两个音的标音，“大羽”为“羽”的低八度音，“大宫”为“宫”的低八度音。在古文字中，“大”通“太”，两者可互换，“大羽”即“太羽”，“大宫”即“太宫”。据《宋史》卷一百二十九记载，在宋代宫廷中仍以“太、正、少”三个八度组来安排乐器的分组：“但用九寸管，又为一律，长尺有八寸曰‘太声’；一律长四寸有半曰‘少声’，是为三黄钟律矣。”“诸器大小皆随律，盖但以器大者为‘太’，小者为‘少’。”^[3]这是与曾侯乙编钟铭文中的八度分组概念相同的文献记载，说明钟铭的八度分组概念在后世仍有遗绪。古琴的弦序，也仍将六弦、七弦称为“少宫”“少商”。这使铭文与后世文献，与古琴的音高关系可相互印证。

（五）“澹”声

“澹”字在曾侯乙编钟铭文中是表示低音的前缀词，在下一1号钟的正面正鼓部，标音铭文为“宫”，该钟背面钲部的解释铭文有“姑洗之澹宫”句，表示此“宫”音是低音的“宫”。在下一10号钟的正鼓部标音名为“商”，该钟背面钲部有铭文“姑洗之澹商”句，说明此“商”音在较低的“商”。与“大”声相比，“澹”声与之没有明确的区别，二者都似表示低音之意。但如以《宋史》中“太声”比“正声”低一个八度，“澹声”可理解为再低一个八度。

实际上，在钟铭中的八度分组概念并不十分严格，相邻的两组间有交叉的情况存在，但“分组”及高、中、低三个音区在原则上是不相混淆的。因此，从五个八度分组与五种不同的铭文标示相对应的关系来看，可以借用五种不同的标音名来区分曾侯乙编钟全部音域中的不同八度分组（以“徵、羽、宫、商、角”五个“正声”为例）^[4]，见表7-16：

[1] 《国语·周语下》：“古之神瞽，考中声量之以制。”

[2] 谭维四：《江陵雨台山21号楚墓律管浅论》，《文物》，1988年第5期。

[3] 在律学的内容上，虽然大晟府的“太、正、少”与曾侯乙编钟不一致，但在“乐理”的概念上，二者在八度分组表述上是基本相同的。

表 7-16 曾侯乙编钟标音铭文“八度分组”表

音 名	G	A	\flat c	d	e	g	a	c ¹	d ¹	e ¹	g ¹	a ¹	c ²	d ²	e ²	g ²	a ²	c ³	d ³	e ³	g ³	a ³	c ⁴	d ⁴
阶 名	徵	羽	宫	商	角	徵	羽	宫	商	角	徵	羽	宫	商	角	徵	羽	宫	商	角	徵	羽	宫	商
分 组	“清”声					“大”声					(“正”声)					“少”声					“少”声之“反”			

上表对应的五线谱关系如图 7-24 所示：

由于从事音乐的乐工在古代中国属“贱工”，音乐技术上的理论属“贱工之学”，今天很难见到有关音乐具体操作方面内容的记载，它们只是“记录”在乐

工、乐师的经验之中。从以上曾侯乙编钟的“八度分组”关系和与之相关复杂的铭文来看，除已见到的铭文和目前能解释的部分关系外，还应有更丰富、更详细的音乐理论和音乐操演内容。

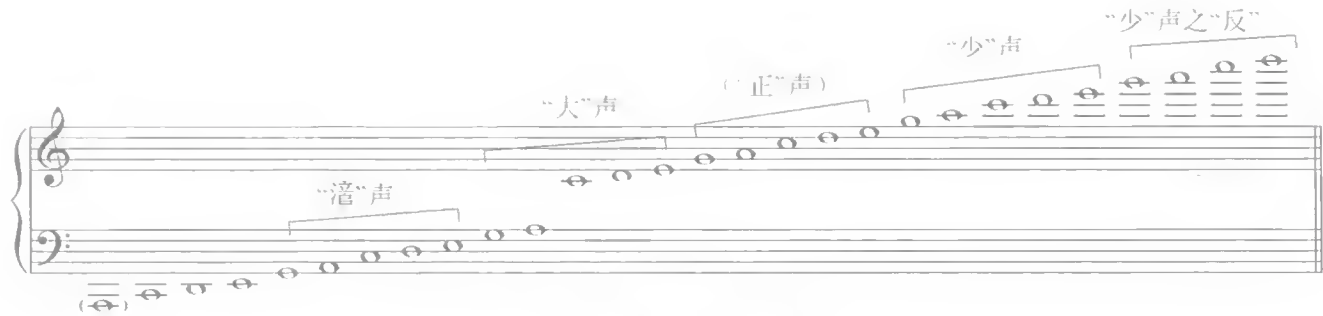


图 7-24 曾侯乙编钟“八度分组”

[1] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。

第六章 曾侯乙编钟的宫调理论

宫调理论，在中国古代指的是音乐技术中的基本理论，用今天的话说，它涉及音阶理论、音名称谓、转调关系和与乐器学相关的部分学说等等。在曾侯乙编钟的铭文中，宫调理论的内容包括宫调名

称、音名、音阶名、八度分组用语等，是至今为止所见最全、内容最丰富、关系最复杂、体系最完整的宫调理论记载，下面择其要对曾侯乙编钟的宫调理论予以介绍。

一、音名与音级名

中国古代记载的“徵、羽、宫、商、角”，或“宫、商、角、徵、羽”^①这“五正声”，加上“变宫”“变徵”两个“变声”，即“五声”加“二变”，既是“音名”——表示某音的名称，相当于“工尺谱”的工尺字，又相当于现在通用的“C、D、E、F、G、A、B”；也是“音阶名”——表示某个音阶中的某个音级，相当于第1级、第2级、

第3级、第4级、第5级、第6级、第7级，等等。在音名与音级名的记录中，突出了“五正声”与其他各声的区别：五正声用单字词（只是“角”有时称“宫角”，有时称“下角”——中一5号钟正鼓部标音铭文），其他各声用双字词，以曾侯乙编钟中层三组为例，如图7-25所示：



图 7-25 曾侯乙编钟中层三组音域及标音

按“徵、羽、宫、商、角”的音级名排列，保留了《管子》记录“五正声”的顺序，也与古琴现在仍在应用的“正调”（F调的“宫”音在三弦，一弦则为“徵”）

关系相同。曾侯乙编钟的音名与音级名，记载了与后世完全相同的音级顺序，也从一个方面证明了古琴音乐的历史久远。

① 那么注《礼记·乐记》：“杂比曰‘角’，单出曰‘宫’。”即“排列起来称‘角’，单称‘宫’”之意。

二、“之”字与“为”字称谓

“之”字与“为”字是中国古代音乐理论用以表示不同宫调关系的两种称谓方式。在曾侯乙编钟的铭文中，这两种称谓方式共存，但以前者为主。

以曾侯乙编钟的主要调名“姑洗”为例，它的表述常常是“姑洗之宫、姑洗之商、姑洗之角、姑洗之徵、姑洗之羽”等，如下二5号钟背面钲部的铭文有“姑洗之宫”，中三7号钟背面钲部的铭文有“姑洗之商”，中二10号钟背面右鼓部的铭文有“姑洗之角”等等。亦见“姑洗之宫曾”“姑洗之商角”的形式。铭文所强调的是“宫”音所在的“姑洗”。这是“之”字的称谓方式。这种称谓在后世的文献中多有记载，如唐代的《乐书要录》。

用“为”字称谓的，在曾侯乙编钟钟铭中可见下二5号钟背面右鼓部的铭文“新钟之羽，为穆音之羽

颀下角。刺音之羽曾，附于素宫之颀”，背面左鼓部的铭文“姑洗之徵曾，为黄钟徵，为坪皇变商，为夷则羽角”。

在传世文献中，“为”字称谓最早见于《周礼·春官·大司乐》中：“凡乐，鬲钟为宫，黄钟为角，大簇为征，姑洗为羽……凡乐，函钟为宫，大簇为角，姑洗为征，南吕为羽……凡乐，黄钟为宫，大吕为角，大簇为征，应钟为羽。”曾侯乙编钟钟铭与《周礼》“为”字用法的不同之处在于：前者的“为”用于比较各律间的音高，后者的“为”字用以强调“声”所在的律名，与“之”字强调“宫”音所在的律名不同。

“之”字与“为”字的表述方式代表了两种不同的宫调内容，在钟铭中的记载既丰富又复杂，它的全部内涵和实际演奏意义也还有待于进一步认识。

三、旋宫

“旋宫”是伴随礼乐制度的要求和音乐实践的需要而存在的一种音乐技术形式，即在“十二律”对应于“十二月”或“十二辰”的关系进行，乐曲演奏和乐调的使用按各“月”（辰）的关系进行“转调”。它来自“天人合一”的理念和“周而复始”的思想，认为从某个时刻（“冬至”或“子”时）开始，是音乐的起点。在“一年”或“一天”中，可以从起点开始到终点结束。一年或一天是在一个圆形的圈中运行，十二律中各律作“宫”时，“宫”按各“律”对应的各“月”（辰）旋转，故称“旋宫”。旋宫在文献的记载中有两种方式，第一种重“宫”，第二种重“声”（调式）。前者见于《礼记·礼运》所说的“五声、六律、十二管，旋相为宫”，即唐代祖孝孙和《乐书要录》所称的“顺旋”，宋代称为“右旋”。后者见于《周礼·春官·大司乐》所说的“鬲钟为宫，黄钟为角，太簇为徵，姑洗为羽”，即唐代所称的“逆旋”，宋代称为“左旋”。图7-26是包含“右旋”与“左旋”关系的“旋宫图”：

在以汉族音乐为主的传统音乐理论中，“宫”音所在的音高位置，被称为“调高”，“调”与“宫”相等，“宫调”一词即宫与调的合称。在简谱的记谱法中，如用 $1 = C$ 、 $1 = D$ 、 $1 = G$ 表示“宫”音分别在C、D、G音高上，说明中国传统音乐重视“宫”音的传统至今未变。“旋宫”一词，正是从“宫”音的重要作用上定名的。

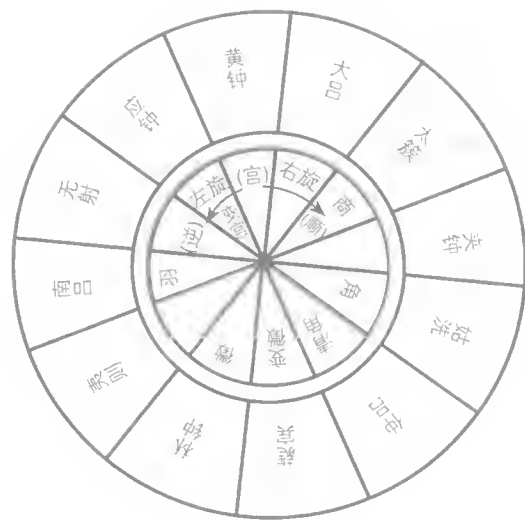


图 7-26 旋宫示意图

在旋宫理论的表述上，对宫、商、角、徵、羽五个音级作“结音”的称谓，“右顺”强调的是“宫”音所在的“某律名”，如讲“姑洗宫”，五个结音分别表述为：黄钟之宫、黄钟之商、黄钟之角、黄钟之徵、黄钟之羽。“左旋”则强调“某声”所在的律高，以上五个结音分别表述是：黄钟为宫、太簇为商、姑洗为角、林钟为徵、南吕为羽。

曾侯乙钟铭的“旋宫”内容，主要以“之”字称谓的“右旋”（顺旋）系统为主，以“左旋”（逆旋）方式为颀。如下二8号钟正面正鼓部，标音名为“徵”（G），其背面“钲部”的铭文为：“姑洗之徵，太簇之羽，新钟之变商，蕤宾之羽曾，黄钟之徵角，韦音之

徵曾，宣钟之珈徵。”以“××之×”的表述，属“右旋”方式。

从曾侯乙编钟铭文所记录的“旋宫”内容，可以在唐、宋得到回应，也可以在现今的音乐实践中看到某种内在联系。从曾侯乙编钟的音乐性能上看，它最常用的调可能是最高音区所显露出来的6个调：宫、商、角、羽、徵、羽。相对于今天的音高，是C、D、E、F、G、A。另外的6个调，律名俱在，可能不太常用，或只在特殊场合使用。但无论如何，“十二律”——用全12个调是可能存在的。否则曾侯乙编钟铭文中的律名没有必要达到28个之多^[1]，包含十二律或12个调者已绰绰有余。

虽然战国初期的旋宫实践与音乐内容的全貌尚不清楚，但从曾侯乙编钟的铭文记载中，可以显露出其

中丰富的内容与复杂的关系。如果说，《礼记》中对“旋宫”的记载在曾侯乙编钟出土前还被怀疑是否真实的话，那么，曾侯乙编钟出土后，不但证实它并非虚论，而且事实上还远远地超出了这个记载。现在对曾侯乙编钟所载“旋宫”铭文的了解，还在表层认识阶段，曾侯乙编钟“旋宫”的全部内容，更待进一步深入的研究和细致的分析，才能窥其全貌。

无论从音乐实践的丰富与音乐理论的完整上讲，公元前5世纪的曾侯乙编钟及其铭文所达到的高度都是领先于世界的，它所蕴涵的实践经验与理论内容，对后世有极大的影响与深刻的作用。曾侯乙编钟的音乐理论成就，不仅是战国时楚地音乐文化的一个高峰，也是中华音乐文明史中值得重重书写的一页。

[1] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。



钟乐篇

曾侯乙编钟与先秦钟乐



第一章 乐钟溯源

第一节 古籍中有关乐钟创制的记载

钟，源于何人、何时、何物？

对此，从古至今，多有贤者叩问、探索。

在用文字记载之前，人们以传说记述故事、发表假说。关于钟的创始人，古籍中有如下记载：

1. 炎帝说

《山海经·海内经》：“炎帝之孙伯陵，伯陵同吴权之妻阿女缘妇，缘妇孕三年，是生鼓、延、爰。始为侯，鼓、延是始为钟，为乐风。”

这则传说认为，钟是炎帝的第二代孙鼓和延所开创，他们还创作了许多歌曲流传民间。

2. 黄帝说

《管子·五形》：“昔者黄帝以其缓急作五声，以政五钟。令其五钟，一曰青钟大音；二曰赤钟重心；三曰黄钟洒光；四曰景钟昧其明；五曰黑钟隐其常。”

《吕氏春秋·仲夏纪》：“昔黄帝令伶伦作为律。……黄帝又命伶伦与荣将铸十二钟，以和五音，以施英韶。以仲春之月，乙卯之日，日在奎，始奏之，命之曰《咸池》。”

《通鉴前编》：“黄帝命荣将作十二钟协月笛，以和五音，立天时正人位焉。”

这些传说认为：黄帝之世已有了钟，是由乐官伶

伦调定钟律、荣将铸制。这时的钟，是以五件或十二件组成的编钟，并以宫、商、角、徵、羽五声音阶定音。

3. 颛顼说

《世本·作篇》清张澍粹集补注本：“颛顼命飞龙氏铸洪钟，声振而远。”

《拾遗记》：“帝颛顼，居位，文德者则锡以钟磬，武德者则锡以干戈。”

颛顼是黄帝的后裔，北方之天帝，传说其时亦铸钟、赐钟。

4. 尧帝说

这种传说认为钟是由尧帝的乐臣夔所创定，所谓“洪钟万钧，夔、旷所定”（《文心雕龙》）。

5. 垂说

《礼记·明堂位》：“垂之和钟。”郑玄注“垂，尧之共工也”，孔颖达疏“垂之和钟者，垂之所作调和之钟”。

《世本·作篇》清张澍粹集补注本：“垂作钟。”

《吕氏春秋·仲夏纪》：“帝尝命……有垂作为鼗、鼓、钟、磬、笙、管、埙、篪……乃令人抃，或鼓鼗，击钟、磬，吹笙，展管、篪……”

《说文》：“古者母句氏作磬，垂作钟。”

垂的生世传说不一，或以为“黄帝工人”，或以为“舜臣”，或以为“神农之臣”，或以为“帝喾之臣”。但是，认为他发明了乐器、创制了钟的说法却比较集中。

这是一个有关钟的创造者的概念。虽然众说纷纭，但大致都是五帝时期的人物，是帝王的乐官。

既然钟的创始人是五帝时期的乐官，关于钟的创制时间，自然也在五帝时期。虽然这是个有五百年跨度的时间概念，但在传说体系中，这些无法再精确的“观点”却受到了足够地尊重。在有关夏代的传说中，凡提到钟者，只是用钟的故事，再没有创制的述说。

《淮南子·汜论训》：“禹之时，以五音听治，悬钟、鼓、磬、铎，置鞀，以待四方之士。”

《吕氏春秋·仲夏纪》：“夏桀、殷纣作为侈乐，大鼓、钟、磬、管、箫之音，以钜之美，以众为观。”

《竹书纪年》卷一：“帝喾高辛氏……使鼓人拊鞀鼓，击钟磬，凤凰鼓翼而舞。”

古代传说虽不是信史，却反映了古人对远古的追溯和揣测，可以带给人们一些暗示和启发。有关钟的起源的各种传说，若以铜钟而言，完全难以成立。因为在传说所指的时期，考古发现的铜器，还只是工艺极为简单的铜刀。不过，若将这些传说作为钟形的原始创制的信息，便有可信之处。

第二节 考古出土的早期铃



从20世纪50年代起，考古学家开始触摸到钟的原始形态。最早的发现，是河南陕县一件仰韶文化庙底沟类型（约前3900—前3000）的“陶钟”^[1]。这件细



图8-1 陶铃
新石器时期
通高9.2厘米
河南陕县庙底沟出土
藏中国国家博物馆

泥红陶“钟”，体积较小，高约9厘米，近喇叭状，上为实心柄，下为空腔，肩部各有一小孔与内腔相通，表面磨光。（见图8-1）它实际上是件掉了舌的陶铃，肩部的小孔，为穿绳系舌所用。小孔由肩部斜穿，顺应了绳索系舌受力的方向，加大了孔壁的厚度，使之更加耐磨。这是制铃人的摇铃经验所致。此前，还应有更早、更为原始的铃。

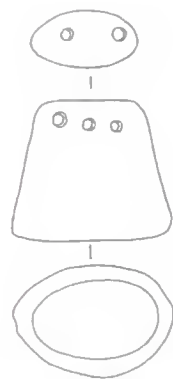


图8-2 陶铃 新石器时期
通高4厘米
山东泰安大汶口遗址出土
藏山东省文物考古研究所

随后，在陕西、山西、河南、甘肃、江苏和湖北等地区的新石器时期晚期文化遗址中均有类似的发现。如：江苏邳县刘林大汶口文化（约前4300—前2500）早期陶铃^[2]、山东泰安大汶口文化（约前4200—前4100）陶铃^[3]（见图8-2）、河南郑州大河村仰韶文化晚期（约前3600—前3000）陶铃（见图8-3）^[4]、陕西长安县客省庄龙山文化（约前2800—前2000）陶钟^[5]、湖北天门石家河文化（约前2600—前2200）陶铃^[6]（见图8-4）等。这些较为原始的陶铃，形制各异，但都有体小（高约3厘米～11厘米），有舌，有可供摇动的悬系装置（穿绳孔）或执持

[1] 中国科学院考古研究所：《庙底沟与三里桥》，北京：科学出版社，1959年，第51页。

[2] 南京博物院：《江苏邳县刘林新石器时期遗址第二次发掘》，《考古学报》，1965年第2期。

[3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山东卷》，郑州：大象出版社，2001年。

[4] 郑州市博物馆：《郑州大河村遗址发掘报告》，《考古学报》，1979年第3期。

[5] 李纯一：《中国古代音乐史稿》第一分册，北京：音乐出版社，1959年，第19页。

[6] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·湖北卷》，郑州：大象出版社，1996年。

装置(柄)的共同特征。绝大多数的陶铃的腔体近于椭圆，以湖北天门石家河陶铃最为典型。该铃泥质橙红陶，体近椭圆，上小下大，通高 5.4、口径 9.8~7、顶径 5.4~4.8 厘米，厚 0.6 厘米，顶面并列两个用作系挂和悬舌的穿孔，舌不存，器表线刻纹近似兽面。陶质较硬，叩之有声。

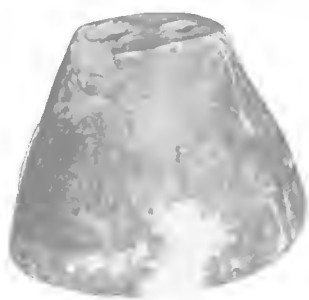


图8-3 陶铃 新石器时期
通高4.8厘米
河南郑州大河村遗址出土
藏大河村博物馆



图8-4 陶铃 新石器时期
通高5.4、口径9.8~7.0厘米
湖北天门石家河出土
藏湖北省博物馆

对于这几件四五千年前的遗物，人们有一个认识过程。庙底沟陶铃曾被称为“钟”，但归于玩具类。石家河陶铃曾长期被视为“刻花杯形器”，后被疑作“陶铙”^[1]。仅客省庄陶钟，早经认定“可能与商、周的钟、铎类乐器有着一定的关系”^[2]。这些铃、钟音质、音量显然不具铜钟那样悦耳、响亮。但是，较之它们同世的伙伴——疤痕累累的打制石磬，形态粗陋的石埙、陶埙，做工简易的木鼓、土鼓，稍经刻凿的骨哨，都具有器物早期的原始形态，具备了发声功能，应视作原始乐器。

由考古学家揭示的事实是：约当或略早于传说中的五帝时代，原始公社的先民们已创造出了钟的雏形——铃，但它们并不是传说所述的以铜铸就，而是用泥土烧结而成。

“铃”和“钟”字偏旁是“金”，原本是指用金属材料制成的器物。原始陶铃与后世的金属铃、钟之间是否存在渊源关系？

以铜制铃，出现于新石器时期铜石并用时期。制造于公元前 2085 年左右的山西襄汾陶寺遗址 3296 号墓纯铜铃形器^[3]（见图 8-5），是迄今所见钟铃类最早的铜质标本。它体量很小，高 2.65 厘米，腔体与典型的陶铃别无二致。较之同墓地所出的鼗鼓、石磬，它还算不上是成熟的乐器。但是，它明确揭示了铃由陶而铜的进化环节，标志着铸制钟铃类空体器所必需的技术——合范法的发明。此时，以铜铸铃（钟）的方法已经具备。

最早的青铜铃，现见于河南二里头文化（约前 1900—前 1600）。在 1981 年—1986 年的相关考察与挖掘中，洛阳偃师二里头先后出土了 4 件铜铃。铜铃均为青铜铸造，体形较小，器壁较薄，铃体上窄下宽，横断面为合瓦形，一侧有扉棱，舞面为平面，上设有桥形钮。这些铜铃出土时，铃体皆被数层织物包裹，铃舌为玉质，保存完好，有的尚被置于铜铃腔内。铃、舌金玉相配，可见在当时为极其珍贵的物品。其中圪垱头村四号墓的青铜铃（见图 8-6），形与湖北天门石家河陶铃近似，素面无纹，通高 8.5 厘米，顶部中间有两个方穿孔，夹一窄梁，一侧出扉棱。出土时放置墓主人胸腰之间^[4]。

二里头文化遗址中还出土有陶铃，形制与同期的铜铃相近。^[5]就早期铜器均仿自其他质料的器形来看，这些陶铃即是早期铜铃的模仿对象。自然，这也是铜铃源自陶铃的最佳物证。

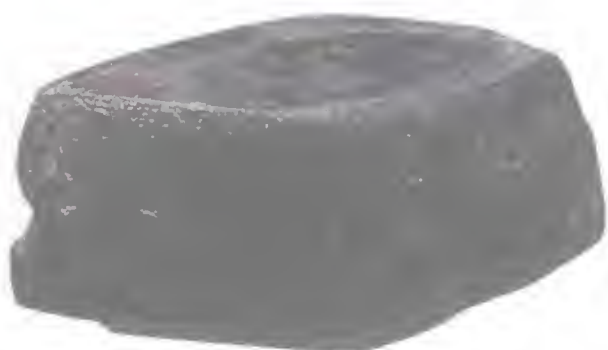


图 8-5 铜铃形器 新石器时期
通高 2.65 厘米
山西陶寺文化遗址出土
藏中国社会科学院考古研究所



图 8-6 青铜铃
通高 6.3、直径 1.8~2.8 厘米
二里头文化遗址洛阳圪垱头村四号墓出土
藏中国社会科学院考古研究所

[1] 中国社会科学院考古研究所：《新中国的考古发现和研究》，北京：文物出版社，1984 年，第 136 页。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·湖北卷》，郑州：大象出版社，1996 年。

[3] 中国社会科学院考古研究所山西工作队、临汾地区文化局：《山西襄汾陶寺遗址首次发现铜器》，《考古》，1984 年第 12 期。

[4] 中国社会科学院考古研究所二里头工作队：《1981 年河南偃师二里头墓葬发掘简报》，《考古》，1984 年第 1 期。

[5] 北京大学历史系考古教研室商周组编著：《商周考古》，北京：文物出版社，1979 年，第 20 页。

第三节 铃与钟的渊源

山西襄汾陶寺遗址纯铜铃形器和河南二里头文化青铜铃，说明约当夏代，铜铃已经出现。不过，当时的铜铃还极为少见，还没有普遍取代陶铃。与传说不同的是，远古的铃，因为体小和质地的缘故，音量较小，尚无固定音高，在原始音乐中起着一般响器的作用，远没有进化成定音乐器。不过，这也许并不悦耳的铃声，所传递出的文明声波，已能陪伴人类，慰藉心灵。铃由陶而为铜，这一质的变化，揭开了它作为始祖繁衍钟属大家族的第一页。



图8-7 成周王铃
通高8.5、宽6.5厘米，重164克
藏故宫博物院

铃与钟是有所差异的同类器物。一般而言，它们的主要差别是体内是否有舌。钟，体大无舌；铃，体小有舌。目前所见的最早铜钟——晚商钟往往形制规范、音律明确，以数件相编成列。就此而言，铃至钟的演变尚有缺环。我们何以仍将它们视作渊源关系呢？

对于铃，郭沫若曾经推论它仅有依附于动物、车辆和旗帜而为马铃、犬铃、车铃、旗铃的用途，排出了铃与乐的关系。^[1]这种受考古材料所限而产生的片面观点曾长期影响着人们。的确，在铃、钟并存的时代，铃主要是以有声饰物、有声玩具、有声信号器具而存在，“乐”的任

务更多地由钟所承担。但是，这仅仅是铃在成熟期后的一种用途。原始铃在原始乐舞中的功能，推动了铃向钟的演进。而且，这种功能也并没有在钟出现的时候而戛然而止。

事实上，与乐钟并行发展而活跃于乐舞中的铃曾长期存在着。自二里头文化的早期铜铃开始，一直有一类较大的铃附于人体出土。在河南安阳殷墟武官村一号墓的南北墓道内，即由铜铃附于殉葬人。这种为人所携的铃，具有作为乐器的可能性。《周礼·春官·巾车》：“大祭祀，鸣铃以应鸡人。”说明铃是周代祭祀中使用的乐器。

西周早期的“成周铃”（见图8-7），通高8.5、宽6.5厘米，重0.164千克。该铃平口，顶上有半环形钮。体内有舌，舌碰击铃内壁时可以发声。铃体表面有阳文2行4字：“成周王铃”。标明其为成周（洛阳）王室用铃。这是极为少见的有铭文的铃，也是迄今所知最早自铭为“铃”的实物。如此器重之物，显然不是配于犬、马的饰物。2000年初，山东济南枣园洛庄西汉王室墓的陪葬坑内，发现了铃与簪于、钲同悬一架的情形。^[2]

铃作为乐器，还有自西周至西秦时期的多批编铃为证。

陕西扶风庄白一号窖藏出土的一组西周中期编铃，共7件。其形制、纹饰相同，大小相次，最大者高14.4厘米，最小者高9.5厘米，顶部有钮，中间有孔，以备悬舌，器表饰倒置兽面纹。^[3]

湖北随州均川刘家崖春秋中期编铃一组共5件，亦形制相同、大小相次，均带扁长形铃舌。^[4]

[1] 郭沫若：《两周金文辞大系图录考释》，北京：科学出版社，1957年。

[2] 王子初：《洛庄汉墓出土乐器述略》，《中国历史文物》，2002年第4期。

[3] 陕西省考古研究所、陕西省文物管理委员会、陕西省博物馆编：《陕西出土商周青铜器》（一），北京：文物出版社，1980年，第75页。

[4] 随州市博物馆：《湖北随县刘家崖发现古代青铜器》，《考古》，1982年第2期。

山西长治分水岭战国墓编铃2组共8件，一组4件与钲、钟、磬并置于墓室南壁之下，排列有序，另一组置于北壁亦作排列。^[1]

河南辉县琉璃阁80号墓战国早期编铃一组共3件，大小迭次，声音相邻，体内各悬一舌，器表饰二螭对峙若倒视的饕餮纹。郭宝钧称其为“铃钟”，并指出：“所以名为铃钟者，以此器形完全与钟形相同，但内悬一舌，以摇鸣而非以击鸣，界于钟与铃之间，可以说是从铃到钟的过渡形式，颇为罕见。”^[2]

湖北云梦睡虎地秦代编铃模型共4件，“均出于M9：58的竹简里，为合模铸成，顶有钮，有舌，两侧的菱形地上有乳钉纹。4件铃大小相次，通高分别为5.2、5.0、4.4、2.8厘米”^[3]。

甘肃泾川西秦编铃一组，共3件，一件饰突起方格对角线纹，每面有乳钉14个；两件素面。均有凹口，钮下有孔，悬舌已脱，高分别为10.9、7.2、5.5厘米。^[4]

此外，还有一些设计在青铜礼器底座内的铜铃，其用途显然与饰物无关。也是否定将铃简单视作有声饰物的有力证据。

至迟在汉代，文献中已明确将钟、铃两个名词加以区别，而在西方语言里，这二者至今都还是一个词：

bell（英）、cloche（法）、glocke（德）、campana（意、西）。有趣的是，正是汉代注疏家在区别钟、铃的同时，也清楚地暗示着它们之间的血缘关系。

许慎撰《说文解字》释钟时多以铃比附：“钲，铙也，似铃，柄中上下通”；“铙，小钲也”；“鐃，钲也”；“铎，大铃也”。

《周礼·地官·鼓人》郑注也称：“铙如铃，无舌有秉，执而鸣之”；“铎，大铃也”。

《广雅·释器》则谓：“鐃、铎、钲、铙、钟，铃也。”

古钟不乏以“铃”相称的例子。传世的许子钲、楚王钟均铭曰“自作铃钟”，邾君钟则谓“自作其和铃”。山东沂水刘家店子春秋墓钮钟，均铭“陈大史中高作铃钟”（见图8-8）。河南淅川下寺一号墓一组钮钟，亦云“自作永（咏）命（铃）”。这些实例说明：春秋时期，至少有楚、许、邾、陈诸国称钟以“铃”。宋代学者曾指出：“许子铭钟谓子铃钟，疑古之铃制与钟同”，将铃与钟从形制上联系起来，也曾有学者将铃钟误解为“林钟”。“铃”作为形容词与“钟”联用，成为一种钟名，说明铃与钟关系密切，钟源自于铃。至今，云南临沧地区傣语里，钟即谓“铃”，也是铃、钟关系的参照材料。



图8-8 钮钟 春秋中期 通高21.4~12.4厘米 山东沂水刘家店子出土 藏山东省文物考古研究所

[1] 山西省文物管理委员会、山西省考古研究所：《山西省长治分水岭战国墓第一次发掘》，《考古》，1964年第3期。

[2] 郭宝钧：《山彪镇与琉璃阁》下篇，北京：科学出版社，1959年，第56页。

[3] 《云梦睡虎地秦墓》编写组：《云梦睡虎地秦墓》，北京：文物出版社，1981年，第45页。

[4] 泾川县文化馆、平凉地区博物馆、刘玉林：《甘肃泾川县发现一批西秦窖藏文物》，《文物资料丛刊》第8辑，1983年，第74页。

第四节 对钟、铃起源的探究

铃与钟的渊源主要体现在它们最主要的部分——腔体上。湖北天门石家河陶铃与先前的铜铃和早期的铜钟均呈腔体扁圆、顶小口侈、平口的特征，犹如一个遗传基因，显现它们一脉相承的血缘关系。

传说和考古实例告诉我们：中国钟约起源于公元前 3000 年的陶铃。

这是古今学者所给出的一个大致的时间概念。

钟或铃源自何物呢？

宋代戴侗和宋末元初的周伯琦从古文字学的角度，最早提出用、庸字乃打击乐器钟镛的象形字，开启了为甬钟寻源的求索之路。



图8-9 缀有铃铛的非洲面具

清代徐灏的《说文解字注笺》中说：“用之从用，绝非中字，古钟鼎铭多作用或作甬甬……戴氏侗曰：‘用，宣簠文以为钟’。‘一说此本镛字，象钟形，借为施用之用。’又曰‘庸，大钟也。’灏按：古文甬或作甬，两旁象栳铎，中象篆带，上出象甬，短画象旋虫，绝肖钟形。又钟甬字古篆作甬，形声亦皆与用相近，金部钟或作甬，尤其明证。《商颂·那篇》：‘庸鼓有攷’，《毛传》：‘大钟曰镛’；又《周礼·眡瞭疏》、《仪礼·人射疏》并引《尚书》‘笙镛以间’，是庸即古镛字，而用为古庸字无疑。用本象钟形，因借为施用，别作庸，而庸又为功庸所专，别作镛，皆以借义夺其本义也。”^[1]

唐兰据此有所发展，将对甬字探究引向竹筒，不过他的本意仅限于对文字本身的解释，他认为：“甬即笛、桶、甬之本字……《说文》：‘笛，断竹也’，是为甬之本义。其字在金文多作甬。殳子鼎云：‘王伐甬贝三朋’，则作甬，并象钟状之器……《汉志》作笛者，盖其始以竹为之……”^[2]

这一推断引起了诸家的附和。

郭沫若说：“钟铎之类大率起于竹笛或中空之木，今世丐者犹有击竹笛以乞讨之习，其子遗也。由竹木器直演而为金属器，中间并无必经之任何阶段。”^[3]“原始钟可能导源于一节竹筒或一段中空的本头，也可能导源于某种陶制容器。”^[4]

李纯一说：“如果钟本源于断竹之用的说法可以成立的话，似可初步推测殷钟之初名为用，后又改名从用之庸，或加金旁而为镛。”^[5]

[1] 清·徐灏：《说文解字注笺》，《说文解字诂林》三下，转引自陈双新：《青铜钟铎起源研究》，《中国音乐学》，2002年第2期。

[2] 唐兰：《古乐器小记》，《唐兰先生金文论集》，北京：紫禁城出版社，1995年，第347页。

[3] 郭沫若：《两周金文辞大系图录考释》第八册，北京：科学出版社，1957年，第237页。

[4] 郭沫若：《青铜时代》，北京：人民出版社，1951年。

[5] 李纯一：《试释用、庸、甬并试论钟名之演变》，《考古》，1961年第6期，第310页。

戴念祖说：“上古代无疑有竹、木制的桶，这就有可能产生钟，因为把桶倒立，敲其桶边，就类似钟了。”^[11]

宋代学者的启发，使今人从文字学的角度把钟与竹、笛、木桶之间建立起渊源关系。考古界曾有人以此为据，怀疑河姆渡出土的木筒与钟的起源有关系。^[12]

但是，若钟由竹、木演变，其腔体最初应该是正圆的柱体。从原始的陶铃均为扁圆或椭圆腔体来看，其模仿的对象与竹、木类的形态有异。而且，当时利用自然树干制作的木鼓已经出现，这是从木头到乐器的演化最为直接、最为便利的结果。因而，钟源自竹、木的说法还值得推敲。

不过，这些推论的积极意义在于提出了钟的仿生起源说。

真的有可能从植物中找到钟体的原形吗？在非洲的原始部落里，就有一种取自自然的“铃铛”。它截以扁豆的干果为腔，其内的豆仁内瓢纤维牵连在腔内，就像悬系的铃舌，稍有晃动便与外壳碰击，哗唧作响。（见图 8-9）非洲人就是将这样的铃铛一串串地系在身上，舞蹈时随着身体的扭动，发出有节奏的声音。更为有趣的是，这类扁豆的截面恰好就像中国钟铃的口形。这个联想的价值，或许会为钟源探索提出一个新的方向——钟形的起源来自某种果实。

在中国，仿生为铃的最早例证，是四川广汉三星堆遗址出土的商代晚期青铜花瓣铃（见图 8-10）。该铃状如半开的牵牛花，以花托为钮，萼片四瓣为腔，花蕊为舌。这种取花形为铃体的模仿，是制造者向大自然学习的成果。铃的发明者是否也萌生过同样的灵感呢？

这是一个关于钟的物源的模糊概念，值得探究。

出于对自然界某种物体的印象和激发，我们的先民在模仿中创造，以泥土和火的烧结，用公元前 3000 年前的陶铃叩响了我国乐钟历史长篇的序曲。



图 8-10 花瓣形铜铃 商晚期
通高 12.2、舌长 10.3 厘米
四川广汉三星堆遗址出土 藏四川省文物考古研究所

[11] 戴念祖：《中国的钟及其在文化史上的意义》，黄盛璋主编：《亚洲文明论丛》，成都：四川人民出版社，1986 年，第 101 页。

[12] 河姆渡遗址考古队：《河姆渡遗址第一期发掘的主要收获》，《文物》1980 年第 5 期。

第二章 乐钟的演变与发展

青铜钟及青铜编钟出现于商代至西周前期（约前16世纪—前10世纪）。钟的家族与此同时开始繁衍。

从殷商到战国千余年的繁衍，青铜乐钟随着朝代的更替、制度的变革、文明的进步和技术的发展而成为一个庞大的家族（见图8-11）。“钟”这个始见于西

周中期的甬钟自名，随后成为钟类家族的统称，并代指：钲、鐃干、鐃、铙、铎、铎、丁宁、句鑃等。这个源自远古陶铃的族群，以之不同的形制、装饰、音响记录了中国青铜时代的声音。

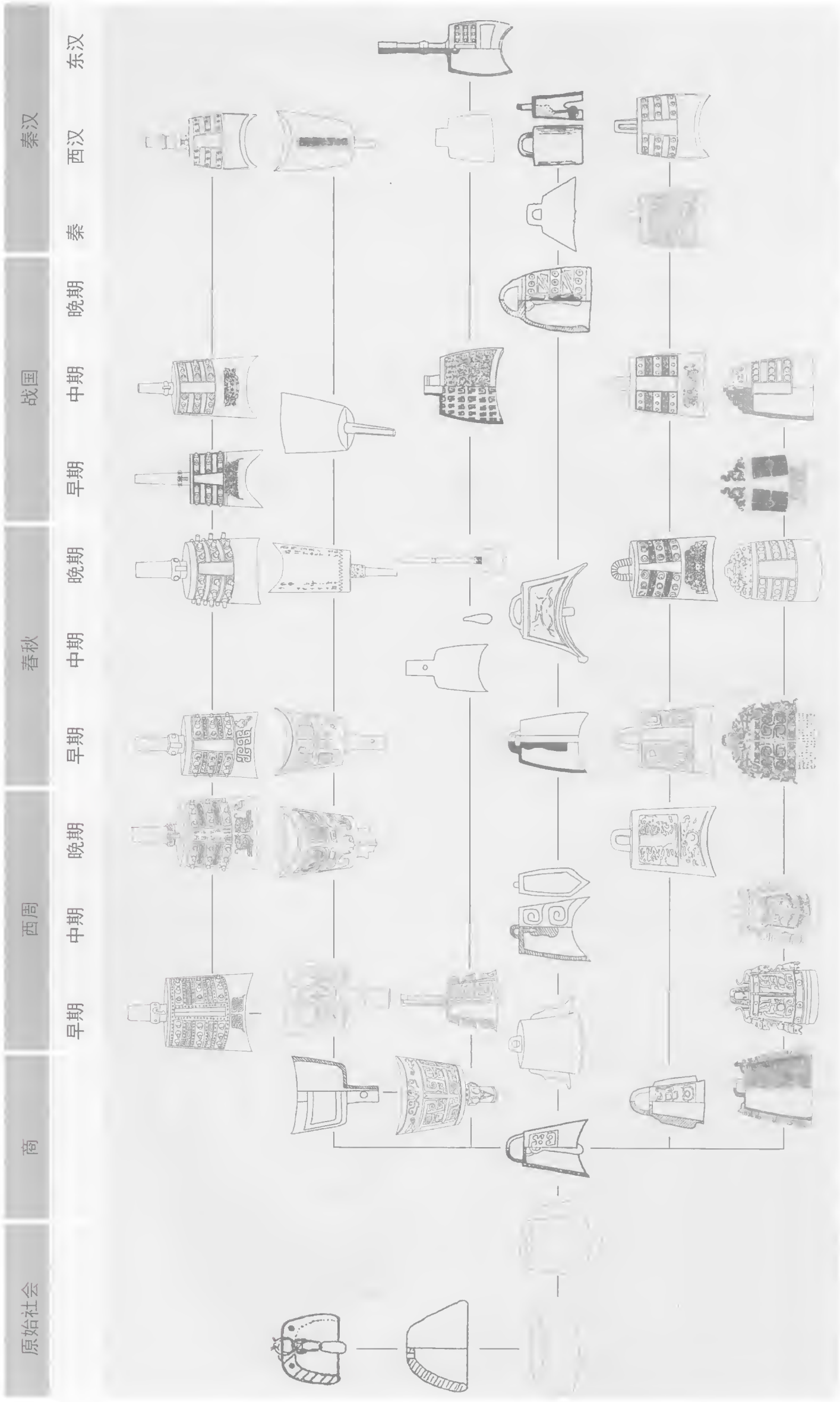


图 8-11 钟族繁衍示意图

第一节 庸（铙）

最早的青铜钟见于商代。商代卜辞中的“庸”字，是钟的最早称谓和记载。

庸是中国青铜钟的最早样式，习称铙或执钟、镛或植钟。^[1]它流行于商代晚期，周代沿用，秦汉尚有余绪。

庸与原始铃的腔体近似：扁圆、顶小口侈，但较铃硕大。但是，铃腔内有舌，靠摇击发声；庸腔内无舌，以槌敲击发声；铃以腔顶的环钮或穿孔系绳悬挂；庸

以腔顶正中的柄为执持装置，或由奏者持柄而击，或将柄植于座中；铃悬而摇击时，口部朝下；庸执（或植）而受击时，口部朝上。

考古界习惯按区域和形态将庸分为北方铙和南方大铙两种。

北方铙（或称执钟、庸），多见于殷都和殷王朝统治的中心地带，主要出土于殷王室区域及其墓葬之中。



图 8-12 铙 商后期 通高 18、15.5、13.9 厘米 河南安阳大司空村 312 号殷墓出土 藏中国国家博物馆



图 8-13 铙 商代 通高 14.5 ~ 8.1 厘米 河南安阳小屯妇好墓出土 藏中国国家博物馆

北方铙的形体较小，通高一般在 25 厘米以下；腔体短阔，口部的宽度大于腔体的高度，甚至接近整体高度。表面一般装饰为阳线回纹或浮雕兽面纹。有铭者，字为阴刻，多施在口内正中或柄部。

铙柄一般长为 4 厘米 ~ 7 厘米，中空，与内腔相通，多数底端较粗、顶端（与腔相接处）较细；从部分柄

内残存的朽木得知，其可续以木柄，便于执持。

铙口一般不像原始铃口那样齐平，而呈凹口。^[2]口沿内侧加厚呈棱形唇。自殷墟二期（约当公元前 12 世纪前半叶）至殷墟四期（约当公元前 11 世纪中叶），其外侧中部多数为方形凸起，加大了厚度，是为铙的受击处。

[1] 李纯一据甲骨文和文献资料，认为此类钟当称为“庸”和“镛”，确有道理，惜未形成共识。在此沿用习称，避免资料引用和叙述中不同称谓的交替出现而可能给读者带来不便。

[2] 河南安阳大司空村 51 号墓铙呈平口，系特例。

北方铙一般呈3件或5件一组，大小相次，相编使用，是与其他乐器相配合的节奏性乐器。（见图8-12、图8-13）

南方大铙（或称植钟、镛）多见于长江中下游地区，湖南、安徽、江苏、江西、浙江、福建等地均有发现，其中以湖南出土最多，被疑为古越族特有的乐器。流行于商代晚期，约在西周传至广东、广西。^[1]

南方大铙的形体较大，高度一般在50厘米～60厘米左右，小者也在30厘米以上。腔体扁圆，短阔，口部的宽度大于腔体的高度。湖南宁乡月山铺象纹大铙（见图8-14），高103.5厘米，重221千克，是现知最大的铙。江西新干大洋洲铙和江苏江宁塘东村铙腔体截面略呈六边形，实属少见。

铙柄中空，与内腔相通，底端较细、顶端（与腔相接处）较粗，时代较早者柄上无旋，时代较晚者柄上有旋；凹口，但弧度很小，内侧加厚呈棱形唇，表面正中受击处均有方形装饰区。

铙依装饰可以分为：

1. 兽面纹铙，以较粗的阳线构成浅浮雕兽面纹（见图8-15）；
2. 云纹铙，以阴线云纹为底，衬以浅浮雕双目纹（实即简化兽面纹）（见图8-16）；
3. 有枚铙，以云雷纹衬底并将界划出两边三栏的形式，其间缀以乳头状枚，共36枚。

其中，有枚铙是较为后起的形式，枚及其布局与西周早期已出现的甬钟一致。

南方大铙以单件出土较多，但也有成批发现的情况。成批出土的铙有2件、3件、5件甚至于11件不等，有些则被部分学者视为“编铙”，与北方的编铙类比。^[2]从器物的形制、纹饰、音响分析，南方大铙在晚商阶段尚无编列存在的迹象，它们虽然同坑或同墓出土，但并不像北方铙以及后来的编钟那样相编。^[3]



图8-14 象纹铙 商代晚期
通高103.5厘米
湖南宁乡月山铺出土 藏长沙市博物馆



图8-15 兽面纹铙 商代
通高67.1厘米
藏故宫博物院



图8-16 云纹铙 商代
通高41.5厘米
江西新干大洋洲出土 藏江西省博物馆

[1] 在广东曲江、佛岗、潮阳和广西灌阳都曾发现过西周时期的铜铙。参见广东省文物考古研究所：《广东省考古五十年》，《新中国考古五十年》，北京：文物出版社，1999年，第312页。

[2] 长沙市博物馆、宁乡县文物管理所：《湖南宁乡老粮仓出土商代铜编铙》，《文物》，1997年第12期。

[3] 陈荃有：《悬钟的发生及双音钟的厘定》，《交响》，2000年第4期。陈荃有：《宁乡老粮仓出土铜编铙质疑》，《文物》，2001年第8期。冯光生：《周代编钟的双音技术及应用》，《中国音乐学》，2002年第1期。

第二节 甬钟

约在西周早期，乐钟家族出现了新的成员——甬钟，由商庸脱胎而出，成为乐钟中的一种主流样式。甬钟主要流行于周汉时期。黄河中下游、长江中下游、岭南部分地区和福建都有发现。



图 8-17 甬 西周早期
通高 19.5 厘米
陕西宝鸡竹园沟 13 号墓出土 藏宝鸡市博物馆

商庸并没有随商殷王朝的灭亡而迅速匿迹。生活在商末周初的长子口，系商殷高级贵族，后为周初长国的封君。在他的墓葬里依存旧风，随葬着商庸（铙）6 件，禽骨排箫 5 件，石磬 1 件。^[11]

就在同时，这种传至西周的商庸，在持用方式上有了创新。陕西宝鸡竹园沟 13 号墓出土的西周早期“铙”（见图 8-17），与商“庸”在形制和纹饰上完全一致，

仅在柄上增设半圆形环，使钟既能执持又可悬挂，这是由“庸”（铙）向甬钟演变的典型例证。钟的悬挂使用，能获得更好的音响，也方便了演奏，是其在装置方式及其实用功能上的一大进步。

从庸到甬的演进，在学界存在着长期的争论。王国维^[12]、郭沫若^[13]、容庚^[14]、唐兰^[15]、陈梦家^[16]等关于庸、用、甬从文字学角度的研究，奠定了庸—甬演化链的基础。

但是，甬是由北方的还是南方的庸，抑或南北双方的庸产生的？分歧颇大。

李纯一主张“北方说”^[17]，高至喜主张“南方说”^[18]。经对双方观点的分析，李纯一又提出了西周编甬钟是在继承殷庸传统的基础上，吸收南方Ⅱ型镛（即有枚铙）的长处发展而成的折中说^[19]。

甬钟源自于庸是可以肯定的，究竟是何方之庸，则需更多的出土资料再予定论。从击奏方式转化的关键装置的出现，从钟的编组使用及其功能的延续上，本书观点倾向于庸——甬之变的“北方说”。

典型的甬钟为：钟柄（即甬部）上设旋（突出于甬面的圆箍）、斡（立于旋上的半环形钮）；钲部界划成两面三栏，缀以乳钉状枚，与南方有枚铙类似。（见图 8-18）旋、斡的设置使钟体由商庸时口部向上仰置，改为口部向下悬置。

甬钟形制演变的趋势为：

钟体，早期矮阔，晚期狭长。

[11] 河南省文物考古研究所、周口市文化局：《鹿邑太清宫长子口墓》，郑州：中州古籍出版社，2000 年。

[12] 王国维：《古礼器略说》，雪堂丛刻本，1915 年。

[13] 郭沫若：《彝器形象学试探》，《两周金文辞大系图录考释》卷一，北京：科学出版社，1958 年。

[14] 容庚：《商周彝器通考》卷一，哈佛燕京学社，1941 年。

[15] 唐兰：《古乐器小记》，《唐兰先生金文论集》，北京：紫禁城出版社，1995 年。

[16] 陈梦家：《西周铜器断代》，《考古学报》，1955 年第 9 期、第 10 期，1956 年第 1、4 期。

[17] 李纯一：《关于殷钟的研究》，《考古学报》，1957 年第 3 期。李纯一：《庸名探讨》，《音乐研究》，1988 年第 1 期。

[18] 高至喜：《中国南方出土商周铜铙概论》，《湖南考古辑刊》第 2 集，长沙：岳麓书社，1984 年，第 132-133 页。高至喜：《甬钟探源》，《中国文物报》，1991 年 3 月 24 日。高至喜：《论中国南方商周时期铜铙的型式、演变与年代》，《南方文物》，1993 年第 2 期。

[19] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996 年，第 186 页。

但是，从现知最早的镈——江西新干大洋洲商代晚期镈（见图 8-19）来看，镈由铃演变而成更为合理。其近于椭圆的腔体、顶部的半环形钮及腔体表面的兽面纹装饰，与较早的铜铃十分相似。直到西周时期，

镈体两侧的扉棱透雕纹饰还体现着与商铃之“翼”的遗传特征。镈有自名“镈”“钟”“𨮒钟”“宝林钟”者，其中，“𨮒钟”正暗示着其与铃的渊源关系。



图 8-19 镈 商代 通高 31.6 厘米
江西新干大洋洲出土 藏江西省博物馆

镈的形制及装饰因时期和地域而有所不同。其主要区别为：

钮：呈由简到繁的演变趋势。早期的钮，仅为简单的半环形钮，还保留着商铃钮的特征，被称为单钮式。如江西新干大洋洲镈、湖北随州毛家冲镈（见图 8-20）。约从西周中期开始，钮的形式因为增加了装饰，以透雕蟠龙或蟠凤纹形成较为繁复的钮，而显得繁杂，被称为繁钮式或复式钮。如陕西眉县镈（见图 8-21）、陕西扶风法门寺克镈、陕西宝鸡太公庙秦公镈。

腔：椭圆体，椭圆而近于合瓦，多见于南方地区和北方较晚的镈，如江西新干大洋洲镈、湖北随州毛家冲镈。椭方体，椭圆而近于方体，多见于北方地区的镈，如陕西眉县镈、甘肃礼县大堡子山镈、陕西宝鸡太公庙秦公镈。

附饰（附于腔体表面的透雕装饰，又称扉棱、翼）：双棱式，布于腔体两侧，见于晚商至西周时期的南方镈。江西新干大洋洲镈已成这种样式。研究者往往因其主纹的题材为器物冠名，如称大洋洲镈为鸟饰镈，称湖南邵东镈（见图 8-22）为虎饰镈。四棱式，沿腔体两侧及正中自上而下分布，多见于西周至春秋时期的北方镈。如陕西眉县镈、陕西扶风法门寺克镈、陕西宝鸡太公庙秦公镈。无棱式，为春秋战国时期的主流形式，多见于北方，如山西太原赵卿墓镈（见图 8-23）、河南汲县山彪镇镈。

枚饰：西周时期的镈一般没有类似甬钟钲部的乳钉状设置，至春秋时期才能开始出现，多数亦如甬钟，呈三三制的列枚方式。如河南汲县山彪镇镈。



图 8-20 镛 西周中期 通高 29、铣间 17 厘米
湖北随州毛家冲出土 藏随州市博物馆



图 8-21 镛 西周中期 通高 63.5 厘米
陕西眉县杨家村出土 藏眉县图书博物馆



图 8-22 镛 约西周早期 通高 42.8 厘米
湖南邵东出土 藏湖南省博物馆



图 8-23 镛 春秋晚期 通高 39.5 厘米
山西太原赵卿墓出土 藏山西省考古研究所

镛的高度一般在 30 厘米~70 厘米。如最早的江西新干大洋洲镛，通高为 31.6 厘米。河南新郑李家楼春秋中期 4 件镛中最大的一件，高达 111.54 厘米，重达 121.875 千克，是现知最大的镛^[1]。

镛分单件与编悬使用。编镛的件数不等，西周中期为 3 件一组，如陕西眉县杨家村编镛^[2]。春秋时期最多达到 9 件一组，战国时期最多达 11 件一组。

据测音数据分析，单件使用的镛，主要作为响器而用。许慎《说文解字》：“镛，大钟，簠于之属，所以应钟磬也。”《仪礼·大射仪》郑注“镛如鼓而大，奏乐以鼓镛为节”，音响分析的结果与此相符。编镛尚不具备一钟双音的设计，当为节奏性乐器。

[1] 李纯：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996 年，第 152 页。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 100 页。

第四节 铎

在西周早期，一种似庸而有舌的“铎”出现在军乐之中。《说文》金部：“铎，大铃也。”铎流行于西周至东汉时期。可分为金铎、木铎两类。古代经学注疏家曾因腔内附舌的质料解释它们分别用了铜舌和木舌。^[1]从实物分析，它们的主要区别应在柄部。

金铎，形如大铃，合瓦体，铜柄与腔体相连，腔内施环穿挂槌形铜舌。陕西宝鸡市茹家庄獠伯姁墓铎（见图8-24），为西周早期之器，通高20.4厘米。其柄如管状，与内腔相通；合瓦体，曲于，顶内有半圆环，环套棱锥形长舌。器表所饰细阳线兽面纹，与商代铜铃相类。^[2]

木铎，体如小铃，合瓦体，顶设圆釜或方釜与内腔相通，以承插木柄；顶内没有悬舌装置；悬舌的

机关设在釜部和木柄根部。如浙江绍兴印山越国大墓春秋末期铎，通高23.8厘米，顶部有方釜，釜内承插木柄，体内柄端为卡口，用以穿插并夹固圆柱形木舌。山东临沂凤凰山春秋晚期墓中铎，如此类似，但系圆釜，釜内残存的木柄尾端联系的为骨质棒状长舌。据传世自铭的“郢卒铎”和河南桐柏月河养国漾子白受之铎（见图8-25）分析，部分自名为铎者并不附舌，其奏法为敲击。

《国语·吴语》：“王乃秉枹，亲就鸣钟、鼓、丁宁、鐃于，振铎。”《周礼·夏官·大司马》：“群司马振铎，车徒皆作。”铎既能为乐，也为军旅和田猎所用。



图 8-24 铎 西周早期
通高 20.4 厘米
陕西宝鸡茹家庄獠伯姁墓出土 藏宝鸡市博物馆



图 8-25 漾子白受之铎 春秋中期
通高 11.3 厘米
河南桐柏月河一号春秋大墓出土 藏南阳市文物研究所

[1] 《吕氏春秋·仲春纪·仲春篇》高诱注：“铎，大铃也。金口木舌为木铎，金舌为金铎。”《周礼·天官·小宰》郑玄注：“木铎，大舌也。文事奋木铎，武事奋金铎。”

[2] 卢连成、胡智生：《宝鸡獠国墓地》，北京：文物出版社，1988年，第281页。

第五节 钮钟

约在西周末期，出现了一种似铃无舌、编组悬击的钮钟。钮钟从春秋初年流行至汉代。这是一种轻便型钟。它以顶部直立的环钮为悬系装置，较之有柄钟和镈，减小了这一部分的体量及在钟体中的比例，节省了一些悬挂配件，且不影响发音性能。它的悬挂拆卸，因此也更为简便。河南陕县上村岭虢太子墓钮钟、山西闻喜上郭 210 号墓钮钟（见图 8-26）是迄今最早的标本。

钮钟一般通高为 15 厘米～40 厘米。其形制及装饰的主要区别为：

腔，早期短阔，晚期狭长；

钮，早期为稍长的半环状钮，后为长方形钮；

枚，早期为无枚式，并被沿用，自春秋时期出现有枚式。

钮钟均编组使用，从西周末期到春秋时期，主要为 9 件一组；战国时期，河南信阳一号楚墓的钮钟达到 13 件一组；四川涪陵小田溪出土的秦代钮钟，为 14 件一组。



图 8-26 钮钟 西周晚期 通高 15.8～25.5 厘米 山西闻喜上郭 210 号墓出土 藏山西省考古研究所

第六节 钲

从西周末期至汉代，还存在着一种单件执奏的小钟——钲。钲，又名钲城、丁宁、鐃、铎。

这是一类名实对照比较复杂，甚至混乱的钟。这一现象源于《说文解字》“钲，铎也，似铃，柄中上下通”，“铎，小钲也”，“鐃，钲也”等说；郑玄在注《周礼·地官·鼓人》时也说：“鐃，钲也”，“铎，如铃，无舌，有秉；执而鸣之，以止击鼓”。湖北包山楚墓的钲，在同墓遣策中称为“铎”，对钟属乐器的名物考证极有价值。考古发现中归于此类的共同特点是：腔体似铃，有柄，无舌，柄上有便携的穿孔或小环钮；无编组现象。从形制及所在大致区域分析，似有南北之别。

北方钲，主要出土于山西、河南、山东、陕西等地，分属晋、东虢、莒等诸侯国。形体似当时的无枚甬钟，

比较短阔；柄部或无旋、斡，设有穿孔，或有旋、斡，但位置距舞部较远。山西天马曲村晋侯邦父墓钲（见图8-27），通高19.7厘米，表面的兽面纹装饰，体现了商周装饰遗风和与之同样的仰击方法。

南方钲，主要出土于广东、湖南、湖北、江西、和四川等省，分属徐、楚、越、巴等诸侯国或民族。形体狭长是这类钲的共同特征。湖北包山楚墓钲（见图8-28）是其中的精品。

钲为军旅之器。《诗经·小雅·采芣》：“钲人伐鼓。”钲可以与鼓相配号令军队的行动，常说的“鸣金收兵”的“金”当即钲。钲常与鐃于、编钟等乐器同时出土，说明其亦有奏乐的功能。



图 8-27 钲 西周晚期
通高 19.7 厘米

山西天马晋侯邦父墓出土 藏山西省考古研究所侯马工作站



图 8-28 钲 战国中期
通高 27.2 厘米 重 1.1 千克

湖北荆门包山 2 号楚墓出土 藏湖北省博物馆

第七节 句鑃

春秋战国时期，存在着另一种因袭商庸的钟——句鑃。其主要流行于江苏、浙江一带，被视为吴越之器。其形体比商庸狭长，口部呈内凹弧形，双铣尖锐，柄近方柱体，以铭文及装饰可辨，其仰口朝上为正向。姑冯句鑃有铭“自乍（作）商句鑃”^[1]（见图 8-29），可证其与商庸的渊源。

句鑃编组使用，浙江绍兴出土的配儿句鑃共 3 件，大小相次，但不是完整的编制。江苏武进淹城内城河出 7 件，亦大小相次，可能是完整的一组。另外，浙江绍兴战国墓中出土了大小相次递减的青瓷句鑃 11 件，虽是明器，但本于实用器，所以 11 件可能是战国句鑃的最高组合数。出土于广州南越王墓的句鑃（见

图 8-30），是一套 8 件。最大的通高 64 厘米，扁方形实柱体柄，弧形口，阴刻篆文“文帝九年乐府工造”，并刻有“第一”至“第八”的编码，是迄今为止中国发现的唯一具有绝对年代，又有序号的句鑃。文帝九年即公元前 129 年，由乐府工匠制造，赵昧自称文帝，与历史文献记载相符。经测定，句鑃音质尚好，仍可演奏，弥足珍贵。类似这样体量的钟体，应植于座中使用。

其次句鑃铭“择其古金铸句鑃，以享以孝”；姑冯句鑃铭“以乐宾客，及我父兄”；配儿句鑃铭“以宴宾客，以乐我诸父”。说明其也是祭祀或宴享时所用的乐器。

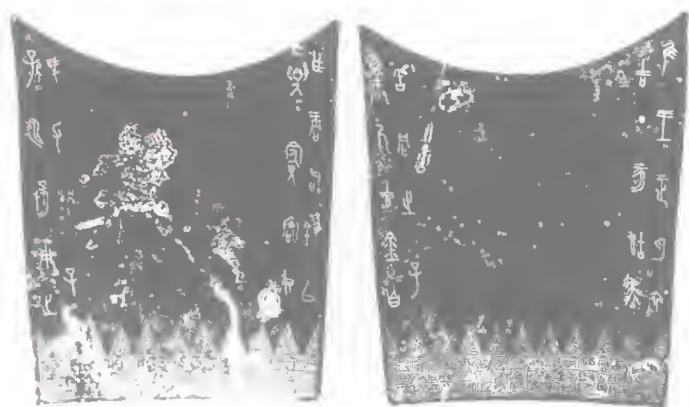


图 8-29 姑冯句鑃拓片 春秋晚期
江苏常熟翼京门外出土



图 8-30 句鑃 西汉 通高 61.3 厘米
广东广州南越王墓出土 藏南越王墓博物馆

[1] 郭沫若：《杂说林钟、句鑃、钲、铎》，《殷周青铜器铭文研究》，北京：科学出版社，1961 年，第 84 页

第八节 其他类型

一、巴式钟

战国至东汉时期，在古代巴人生息地，即今鄂西、湘西、川东一带，流行一种扁体薄胎有柄钟，称为“巴式钟”。此类钟形制接近甬钟，但甬部未设旋斡，甬中空，衡内有横杆；钲部的枚早期仿自甬钟，呈典型的三列枚布局，后来演变为四列枚。一般高约30厘米~60厘米。湖北秭归天灯堡扁钟（见图8-31），甬端为虎

首纹，既有中原甬钟的影响，又显地域文化的特色。湖北巴东连三坡扁钟（见图8-32），为典型的四列枚钟。因钟体结构的缘故，此类钟的音色相对甬钟显得浑厚，并不清亮。有同批出土多达6件者，但显然不是有机的编组关系。常与簠于、钲伴出，应为军旅之器。



图 8-31 扁钟 战国
通高 30.2 厘米，重 1.48 千克
湖北秭归天灯堡出土 藏秭归屈原纪念馆

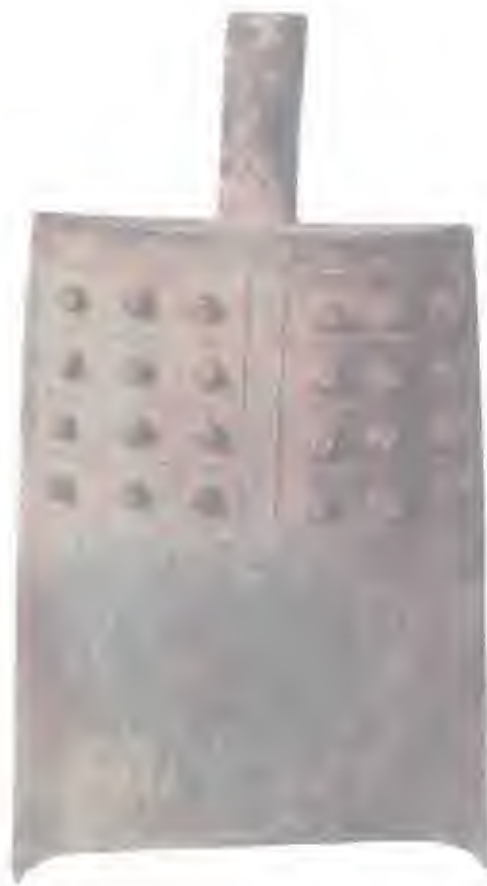


图 8-32 扁钟 战国
通高 56.0 厘米，重 11.0 千克
湖北巴东连三坡出土 藏巴东县文化馆

二、羊角钮钟

战国至汉代，在古百濮和百越族生息地，即今云南、广西及其周边的贵州、广东、湖南和邻国越南，流行一种顶部为羊角式鋈的小型钮钟，习称“羊角钮钟”。（见图 8-33）其上小下大，亦作合瓦形；顶部着一对羊角式鋈，鋈下为一长方形孔，为悬系装置。有呈单件、2 件、4 件、6 件出土者，因数量较少，尚难确定其组合规律。钟体一般高约 22 厘米左右。据现有测音数据分析，其不属于编钟。

三、筒形钮钟

与羊角钮钟同期，今云南、广西、四川地区还发现有一种筒形钮钟。（见图 8-34）其形制为：长筒状，近合瓦体；顶部渐收，施半环钮；下部微收；口平；表面有线纹。少量钟为直筒状。有呈单件、2 件、6 件出土者，因数量较少，尚难确定其组合规律。钟体一般高约 40 厘米～50 厘米左右。据现有测音数据分析，不属于编钟。



图 8-33 人面纹羊角钮铜钟 西汉
通高 19、纵径 8.1、横径 4、底宽 14 厘米
广西贵港罗泊湾一号墓出土



图 8-34 筒形钮钟（M1：36） 西汉初期
通高 29.8 厘米
广西贵港罗泊湾一号墓出土

第三章 钟乐兴衰

钟乐，亦即以钟、磬、鼓为主奏乐器的音乐，古时称作“金石之声”或“钟鼓之乐”。钟乐起自殷商，盛于周代，在祭天地、祀鬼神、敬先祖、乐君臣的活动中起重要的作用。在“无礼不乐”“无乐不礼”的礼乐制度下，不仅钟的悬制体现着主人的身份，钟的演奏及钟乐曲目还要合乎礼节，这种礼乐兼备的功能，

使钟及钟乐备受重视，而有长足的发展。钟在“八音”（古时对乐器的一种分类法及概称）中居首，为钟制定的“钟律”，也是乐音体系的标准，成为众乐之所依。钟乐是先秦宫廷音乐的主流，是中国上古音乐艺术的精粹。

第一节 钟乐的辉煌时代

殷商的钟乐，主要用于商王和高等贵族主持的名目繁多的祭祀之中。在那个宗教气氛非常浓厚的时代，人跟神灵或祖先交流都要祭祀，并且十分频繁，几乎是无日不祭，无事不问。其中，一些大型的、国家级的祭祀活动都伴以大型的乐舞。如见于史书并传于后代的《桑林》和《濩》。这些具有代表性的乐舞在周代仍被沿用。《濩》则作为经典列入周代六舞之一。此外，还有一种求雨的舞蹈，称《雩》，是一种求雨祭祀中边跳舞边呼号求雨的舞蹈，也曾长期流传于后世。

在祭祀天地山川和祈求风调雨顺的仪式和大型乐舞中，钟乐还时常奏响诸如《万》《庸》之类的乐章。

掌奏钟乐的乐师，主要是由称作“万”的人组成，甲骨文有“万其奏”“万其作庸”，可以证明。“万”是主要从事舞乐工作的人，由于“万”人很多，故有称“多万”。^[1]

殷商钟乐的乐队编制颇具规模，有：庸、丰（大鼓）、鞀（小鼓）、磬等打击乐器以及埙、龠、和、言、于之类的管乐器。其中许多乐器已为考古所见。约当夏代出现的陶埙，此时已经定型，其中的五音孔埙可奏出四声音阶，并可转调；多种形制的磬和鼓已臻完美，制作工艺相当成熟。

[1] 裘锡圭：《释万》，《甲骨文中的几种乐器名称——释庸、豐、鞀》附录，《中华文史论丛》，1980年第2辑。

当然，这个乐队的主角——庸备受王室的特别器重。“作庸”“奏庸”“用庸”或不用庸，用“新庸”或“旧庸”，“新庸”的运送途径，“庸”的击奏场所等，都需卜问。^[1]同样，庸的演奏、奏庸之乐、奏庸的场所——孟庭或新建的宫廷等，亦有记录。^[2]

关于钟乐在祭祀仪式中的表现，商族后裔祭成汤的《商颂·那》有关以下描述：

猗与那与，置我鞀鼓，奏鼓简简，衍我烈祖。
汤孙奏假，绥我思成。

鞀鼓渊渊，嘒嘒管声，既和且平，依我磬声。
于赫汤孙，穆穆厥声。

庸鼓有数，万舞有奕。我有嘉客，亦不夷怍。
自古在昔，先民有作。

温恭朝夕，执事有恪。顾予烝尝，汤孙之将。

献祭的汤之子孙，助祭的各方嘉宾在庸、鼓、磬、管齐鸣的钟乐与神采飞扬的舞队阵容之中，应着节奏，和着歌声，表达着崇敬之情。这就是商代钟乐所呈现的王室风范和宏大而庄重的场景。

西周初期，周公在革新殷商典章制度的基础上，“制礼作乐”，制定了具有宗教、政治、伦理三重功能的大一统礼乐制度。《周礼》明确规定了王、诸侯、卿大夫、士等贵族阶级的用乐规定，亦即“乐悬”制度。“乐悬”即指“金”（编钟）“石”（编磬）类大型编悬乐器的配置、使用场所以及相应的钟乐曲目。钟乐主要用于王宫贵族的宴享、典礼和国家的祭祀活动。

周代的钟乐，有“金奏”“纛乐”“燕乐”。其中，以“金奏”最为主要。《左传·成公十二年》：“金奏作于下。”《左传·襄公四年》：“金奏《肆夏》之三。”《周礼·春官·钟师》：“（钟师）掌金奏。凡乐事，以钟鼓奏《九夏》……凡祭祀飨食，奏燕乐。凡射，王奏《騶虞》，诸侯奏《狸首》，卿大夫奏《采蘋》，士奏《采芣》”；“（铸师）掌金奏之鼓。凡祭祀，鼓其金奏之乐。飨食宾射，亦如之。军大献，则鼓其凯乐”。所谓“金奏”，是钟、磬、鼓的合奏，即“以钟铸播之，鼓磬应之”（《仪礼·燕礼》郑玄注）。“金奏”规格很高，只有天子、诸侯可用，大夫和士只能单单用鼓。

“金奏”的重要乐章是《九夏》，亦即《周礼·春官·钟师》所述的《王夏》《肆夏》《昭夏》《纳夏》《章夏》《齐夏》《族夏》《祓夏》《醵夏》。遇不同的乐事，奏其中不同

的章节。《周礼·春官·大司乐》：“凡乐事，大祭祀宿县，遂以展之，王出入则令奏《王夏》，尸出入则令奏《肆夏》，牲出入则令奏《昭夏》。”“大射，王出入，令奏《王夏》。”《周礼·春官·乐师》载：“（乐师）教乐仪，行以《肆夏》，趋以《采芣》，车亦如之，环拜以钟鼓为节。”《周礼·夏官·司马》：“大驭……行以《肆夏》。”

关于金奏，王国维有过梳理：“凡乐，以金奏始，以金奏终。金奏者，所以迎送宾，亦以优天子、诸侯及宾客，以为行礼及步趋之节也。凡金奏之诗以《九夏》……大夫、士有送宾之乐，而无迎宾之乐。其送宾也，以《陔夏》，诸侯迎以《肆夏》，送以《陔夏》，天子迎以《肆夏》，送以《肆夏》。而天子、诸侯出入，又自有乐。其乐，天子以《王夏》，诸侯以《醵夏》。诸侯大射，惟入用乐。金奏既阕，献酬习礼毕，则工升歌……凡金奏之乐，用钟鼓，天子、诸侯全用之，大夫、士鼓而已。”^[3]

有两个僭礼用乐的故事，反证了金奏曾有的享用等级。

公元前579年，晋国派卻至访问楚国。楚共王为了招待来宾，“为地室而悬焉，卻至将登，金奏作于下，惊而出走”（《左传·成公十二年》）。卻至惊闻不该自己享用的金奏响起，惶恐逃走。

公元前569年，叔孙豹出使晋国，晋悼公“享之”，“金奏《肆夏》之三”“王歌《文王》之三”，叔孙豹都不敢答礼，直至“歌《鹿鸣》之三”，才“三拜”。晋人不解，问他“舍其大而重拜其细，敢问何礼也？”答：“《三夏》，天子所以享元侯也，使臣弗敢与闻。《文王》，两君相见之乐也，使臣不敢及。《鹿鸣》，君所以嘉寡君也，敢不重拜？”（《左传·襄公四年》）

出于因僭越而受惊、而不敢答礼之外，周代钟乐的辉煌、壮观的气势也足令使臣们惶恐。

《诗·周颂·有瞽》载：“有瞽有瞽，在周之庭，设业设簋，崇牙树羽，应田县鼓，鞀磬柷圉。既备乃奏，箫管备举，喤喤厥声，肃雝和鸣，先祖是听。”这里的“设业设簋”指的是树立起钟架、磬架，悬挂起编钟、编磬。它们与各种大鼓、小鼓，与各类管乐器构成和谐美妙的交响。诗中的拟声词，说明乐队音量的宏大、浓重和乐曲气氛的庄严。

《诗·小雅·鼓钟》记录了钟乐的另一种配置：“鼓钟钦钦，鼓瑟鼓琴，笙磬同音，以雅以南，以箫不僭。”

[1] 裘锡圭：《甲骨文中的几种乐器名称——释“庸”“鞀”“鼗”》，《古文字论集》，北京：中华书局，1992年，第196页

[2] 见《安明》1823及《明续》2285：“万惟美奏，惟庸奏。于孟庭奏。于新室奏。”参见宋镇豪：《夏商社会生活史》，北京：中国社会科学出版社，1994年

[3] 王国维：《乐诗考略·释乐次》

诗中的拟声词，显示乐队音色的清脆、明亮和乐曲气氛的典雅。可见钟乐因用而异，有时强调钟鼓，有时突出琴瑟。

钟乐是美好的。戎生编钟铭文“厥音雍雍，鎗鎗鎗鎗，殷殷庶（庶），既和且淑”^[1]，梁其钟铭文“鎗鎗鎗鎗鎗鎗”，鞀钟铭文“仓仓恩恩，雉雉雉雉”，这些拟声的摹写是对钟声的赞美，也是钟乐予人悠长回旋、盛大宽广、雄浑辉煌、和善宁人、震撼心灵的印象。春秋时期楚国王族墓群中出土的甬钟，镌刻着当时对于钟乐的颂扬：“甬择古金，铸其𨮒（反）钟。其音能少𨮒（则）𨮒（湯），𨮒平均𨮒（煌），𨮒色若华。𨮒比者𨮒𨮒，至者长𨮒，逾奏仓仓……”

钟乐是感人的。“孔子曰：钟鼓之声，怒而击之则武，忧而击之则悲，喜而击之则乐。其志变，其声亦变。其志诚通乎金石，而况人乎？”（《说苑·修文》）这是说钟鼓之声可以表达人的喜怒哀乐。“君子以钟鼓道志，以琴瑟乐心”（《荀子·乐论》），钟鼓之声还能抒发人们的志向。“钟声铿，铿以立号，号以立横，横以立武；君子听钟声，则思武臣。”（《乐记·魏文侯篇》）铿锵有力的钟声，令人情绪激昂，思念鏖战沙场的武将。钟乐的品质和音乐形象给荀子留下了深刻的印象：“声乐之象：鼓大丽，钟统实，磬廉制，竽、笙、箫、和、管、簫发猛，埙、篪翁博，瑟易良，琴妇好，歌清尽，舞意天道兼。鼓其乐之君邪。故鼓似天，钟似地，磬似水，竽、笙、箫、和、管、簫似星辰日月，鞀、柷、拊、鼙、枹、楬似万物。”（《荀子·乐论》）仅钟声而言，它可以描写承负万物的大地，又可以表现隆隆轰鸣的雷霆：“雷霆之声，可以钟、鼓写也。”（《淮南子·本

经训》）作为钟乐，更能表现天地万物，日月星辰，抒发人的情怀，激动人的心灵。钟乐的表现力丰富，感染力强烈。

周代钟乐的音乐形态，可以从考古资料中得到如下粗略的印象。

西周中晚期的编钟由早期的3件一组发展到8件一组。其音列为：宫（do）、角（mi）、徵（sol）、羽（la）四声音阶构成。此时的编钟在钟乐中已基本脱离响器的功能，而具有节奏性功能。其在音乐中起着加强节奏、烘托气氛、演奏骨干音的作用。这与《国语·周语》“钟不过以动声”“金石以动之，丝竹以行之”的记载相符。

春秋战国时期，编钟的编组以每组8件、9件的基础上不断发展。各类钟最大的编组为：编钟，5件（大）加9件（小）（春秋晚期，汲县山彪镇一号墓钟）；甬钟，13件（战国早期，邵钟）；钮钟，14件（战国中晚期，虢虢钟、涪陵钟）。编钟的音列更加丰富充实，已具有旋律乐器的功能。

多组钟组合、多式钟组合、多类乐器组合是当时钟乐乐队扩大规模的几种方式。其中，多组钟组合，以大钟（低音钟）组与小钟组（高音钟）的组合居多；多式钟组合，以铸钟组与钮钟组的搭配、甬钟组与钮钟组的组合居多；多类乐器组合，编钟、编磬和鼓的组合最为常见。此外，还有箫、笙、瑟、琴等管弦乐器。

钟乐的演奏场面，在一些战国时期的铜器刻纹图案中存有写意，从中可以让人领会撞钟击磬、琴瑟狂会、笙磬同音的美妙景象。（见图8-35、图8-36）



图8-35 宴乐武舞图铜壶 战国
通高40.0、口径13.4、腹径26.5、足高2.0厘米
成都市百花潭中学10号战国墓出土 藏四川省博物馆



图8-36 宴乐武舞图铜壶上的纹饰

[1] 李学勤：《戎生编钟论释》，《文物》，1999年第9期

第二节 钟乐的衰落和失传

钟乐的失传十分严重。在汉朝兴起的时候，世代在太乐里供职的“制氏”，只记得前世“雅乐”的旋律和舞容，已讲不出它的意义。虽然，在两汉魏晋时期的军乐——鼓吹、后世的铎舞和短箫铙歌、隋唐鼓吹乐的铙鼓部、铙吹部、铙歌乐中还可寻找到钟的踪影，甚至于可以在山东洛庄大型西汉诸侯王墓、广州南越王墓里发现大量的钟乐乐器遗存，但是，钟乐的辉煌时代毕竟已随着青铜时代的结束而逝去。

盛行千年的编钟何以失传、消亡？

原因是多方面的。

在编钟兴盛发展的同时，由于铸钟给国家和百姓带来的沉重负担，因钟而发的谏言屡见不鲜。即使在编钟的巅峰时期，对铸钟作乐的批评依然此起彼伏、不绝于耳。

鲁庄公（前 693—前 662 在位）铸大钟，曹刿谏。（《国语·周语下》）

齐桓公（前 685—前 643 在位）欲铸大钟昭其名，鲍叔谏。（《说苑·正谏》）

楚庄王（前 613—前 591 在位）立为君王之后，三年不听朝政，沉溺于钟鼓酒色之间寻欢作乐，并命令：谁敢劝谏，就判谁死罪。大臣苏从冒死入谏。苏从曰：臣闻之，好道者多资，好乐者多迷；好道者多粮，好乐者多亡。荆国亡，无日矣，死臣敢以告王。楚庄王听从劝谏，一手拉着苏从，一手抽出佩剑，刎钟鼓之悬，并在第二天授苏从为相。（《说苑·正谏》）楚庄王不鸣则已，一鸣惊人的霸业，发端于对钟鼓的废弃。

齐景公（前 547—前 490 在位）铸钟，晏子谏。（《晏子·谏第十一》）

周景王将铸大钟（前 522），单穆公谏：“不可。作重币以绝民资，又铸大钟以鲜其继，若积聚既丧，

又鲜其继，生何以殖？……钟声不可以知和，制度不可以出节，无益于乐而鲜民财，将焉用之？……三年之中，而有离民之器二焉，国其危哉！”（《国语·周语下》）

战国初年的墨子认为，要铸制乐器，就必定“厚措敛乎万民”“亏夺民衣食之财”；要撞钟奏乐，就要挑选耳目聪明、身体强壮健美、声音能和调的人，就会“废丈夫耕稼树艺之时”“废妇人纺绩织纴之事”；而钟鼓之乐，只能为“王公大人肃然奏而独听之”，又势必影响其听治而误国事。总之，他认为音乐“上考之不中圣王之事，下度之不中万民之利”，是祸国丧身的害物，应当禁止。（《墨子·非乐上》）

墨子非乐的议论与种种铸钟上谏的故事，说明铸钟作乐对于国力和民财的影响，以及给民众带来的疾苦。“宋之衰也，作为千钟；齐之衰也，作为大吕；楚之衰也，作为巫音。”^[1]（《吕氏春秋·仲夏纪》）铸钟误国、铸钟亡国的结论一直与钟乐并行。

如此严重的批判和强烈的反对，对编钟的发展会有所障碍，对编钟的消亡会有所促进。

铸钟，还受着国力、资源、技术条件的局限。

当时的铜矿主要分布在长江流域的江西、湖北、安徽等地，要获得大批铜料铸钟需用征伐抢掠、以物交换、接受赏赐、熔毁旧物等方法，并不容易。周朝曾多次举兵征伐南方以获取铜料。晋国大臣戎生在晋昭侯六年（前 740）曾铸编钟一套。所铸戎生编钟的铭文中称：“……遣卤积，俾僭征繁汤，取厥吉金，用作宝协钟……”明确标明它所用的吉金（铜料）是用卤积（盐）从繁汤这个地方换来的。可以想象，军队护卫着浩浩荡荡的车队往返南北，以获取铜料的艰辛。公元前 642 年春，郑庄公“始朝于楚，楚子赐之金，

[1] “千钟”“大吕”都是钟名。

既而悔之，与之盟曰：‘无以铸兵。’故以铸三钟”（《左传·僖公十八年》）。两国的君主要以铜料的用途盟约，足见重要。庄公所铸的“三钟”实属不易。

铸钟还需要先进的技术，史料中有关铸钟不成、铸钟终毁的故事并不鲜见。

铸成的钟还需要有熟悉的乐师使用，而这些乐师和铸钟官与乐钟一样被所有者高度垄断。这种垄断，在平时是乐钟发展的有利条件，而一旦战乱，就极易受到集中的冲击和摧残。商王朝崩溃时，乐官纷纷奔逃，“殷之太师、少师持其祭、乐器奔周”（《史记·殷本纪》），“太师疵、少师强抱其乐器而奔周”（《史记·周本纪》）。春秋末期，鲁国专职乐师太师挚、亚饭干、三饭缭、四饭缺、鼓方叔、播鼗武、少师阳、击磬襄等，亦因战乱，四散各处（《论语·微子》）。乐师、百官的流失，在一定程度上导致编钟的制作技术、钟乐及其演奏技术的失散和失传，但同时也起到了传播和扩散的作用。

“事死如事生”的观念及由此产生的厚葬之风，又使一批批的编钟随了主人埋没九泉。

战争也直接使编钟遭受劫难，“毁其宗庙，迁其重器”（《孟子·梁惠王下》）是灭人之国的象征，宗庙里的编钟常在战火中被抢掠、迁散、毁弃。

公元前581年，晋国会诸侯伐郑，“郑子罕赂以襄钟，子然盟于修泽，子驷为质”（《左传·成公十年》）。

公元前562年，晋伐郑，“郑人赂晋侯以……歌钟二肆，及其搏、磬”（《左传·襄公十一年》）。

公元前561年春，莒国人攻打鲁国的东鄙，“围台。季武子救台，遂入郚，取其钟以为公盘”（《左传·襄公十二年》）。

公元前548年，晋伐齐，齐“赂晋侯以宗器乐器”。郑伐陈，“陈侯使司马桓子赂以宗器”。（《左传·襄公二十五年》）

公元前506年，吴王阖庐（阖）兴兵伐楚，“五战入郢，烧高府之粟，破九龙之钟，鞭荆平王之墓，舍昭王之宫”（《淮南子·泰族训》）。

掠夺成了编钟的一种散失过程和特殊传世方式，这种掠人之美为己有的行为，直至编钟衰落之后还时有发生。^[1]

公元前221年，秦统一全国。秦始皇把从六国掠夺来的上万名宫人、女乐及钟鼓据为己有，大修宫室以蓄女作乐。^[2]“关中离宫三百所，关外四百所，皆有钟磬、帷帐、妇人倡优”，共达“数巨万人，钟鼓之乐，流漫无穷”。（《说苑·反质》）

不仅如此，秦始皇还用收获天下的兵器，铸钟作虞。^[3]秦始皇的编钟，以十二个高三丈的铜人为钟架，每个铜人均重约千石，可谓登峰造极，为钟史一绝。不过，这套编钟的价值更多地在于强皇威、慑天下，彰显的是钟的礼用功能和政治意义，其所用的兵刃之剂，硬度较高，用于铸钟音响自然不会美好。始皇帝的编钟像短促的秦朝一样，钟簴至汉代末年便被董卓毁铸为钱，化为乌有，这也是编钟的乐用价值亦即实用功能渐被忽略的重要标志。

高昂的铸造成本、大量的随葬埋没、频繁的抢掠毁劫以及乐师和工匠的散佚，最终导致了编钟的衰微。秦始皇一统天下后对国家体制的变革，则从根本上打破了编钟赖以发展和传承的制度体系，是青铜乐钟由兴盛走向衰亡的转折时期。秦代废除了以血缘关系为基础的分封制，实行郡县制，国家的治理不再依靠血缘家族成员，而是设官分治。封建诸侯及贵族阶层的地位不再受到嫡长子世袭继承的保障，以“尊尊”“亲亲”等级差序的礼乐制度随之被破坏，编钟及其乐悬制度不再像旧世那样，“子子孙孙永保用享”。

[1] 《隋书》开皇九年（589）四月，“毁平陈所得秦汉大钟、越二大鼓。十一年正月以陈所得古物多为祸变，悉令火毁之。”唐末“黄巢之乱，乐工逃散，金石皆亡”，“僖宗还宫，购募钟悬之器，一无存者”。公元946年，后晋灭。次年三月，辽太宗离汴北归，晋之文武官及宫廷内象征权分的器物被一道携上，其中就有“太常乐谱、宫悬乐器”。金初，“太宗取汴，得宋之仪章钟磬乐虞，挈之以归”。

[2] 《史记·秦始皇本纪》：“秦每破诸侯，写放其宫室，作之咸阳北阪上，南临渭，自雍门以东，至泾渭，殿屋複道，周阁相属。所得诸侯美人、钟鼓以充之。”

[3] 《史记·秦始皇本纪》：“收天下兵，聚之咸阳，销以为钟虞，金人十二，重各千石，置廷宫中。”《三辅黄图》：“收天下兵，聚之咸阳，销以为钟虞，高三丈，钟小者皆千石也。销锋镝，以为金人十二，以弱天下之人，立于宫门，坐高三丈……”



第三节 钟乐的恢复

汉及以后各代初兴时，都尽力招募乐工，搜集钟磬，厘定雅乐，更铸新钟，以示太平，恢复乐悬成为新朝当政的重要大事。但是，编钟的铸制和使用多已不合先秦古法。前朝乐钟的亡佚和严重失传，成为历次恢复工程的难题。

《汉书·礼乐志》记载：“汉兴，乐家有制氏，以雅乐声律世世在大乐官，但能纪其铿锵鼓舞，而不能言其义。”世代以通雅乐而在太乐里做官的制氏，在汉朝兴起的时候，只能记起其音响和舞容，却说不出它的意义。无奈之下，汉高祖命叔孙通“因秦乐人制宗庙乐”，以“犹”古音。

《晋书·乐志上》：“汉自东京大乱，绝无金石之乐，乐章亡缺，不可复知。”

“钟律之器，自周之末废，而汉成、哀之间，诸儒修而治之。至后汉末，复隳矣。”（《世说新语笺疏·术解》）钟律，是古时生律法及其制度的一种泛称。以“钟”冠之，足见其与钟的乐音标准关系密切。钟律之器遭受废、隳，乐钟的音列就失去了标准，亦如失去灵魂。这是乐钟从本质上失传、衰微的标志。汉后历代围绕雅乐的重大乐改、乐议，多因钟律标准而发生。

汉魏时期的音乐家杜夔“善钟律，聪思过人，丝竹八音，靡所不能”，在汉灵帝时任雅乐郎，汉末依附刘表，“为汉主合雅乐”。公元219年，曹操任命杜夔为军谋祭酒，参太乐事，令其创制雅乐。“夔总统研精，远考诸经，近采故事，教习讲肄，备作乐器。绍复先代古乐，皆自夔始也。”（《三国志·魏书·方技传》）黄初年间（220—226），杜夔令铸钟工柴玉铸钟，并因其铸的钟“声均清浊多不如法”，多次令他重铸。柴玉反说杜夔“清浊任意”。两人争执不下。曹操认为

柴玉不对，贬其去喂马；而曹丕却更欣赏柴玉，他继位后难为杜夔，杜夔险遭杀害。一场清浊标准的是非，终由君主的喜好判定。

晋朝立国之后，曾沿用杜夔的音律制度。泰始九年（273），中书监荀勖发现杜夔所定的音律并不准确，受武帝指派，考订音律，新订尺度。^[1]荀勖四处募求古器以参照，并验之以周代玉律及钟、磬，“与新律声韵闇同”（《晋书·律历志》）。荀勖没有完成修正钟磬的任务便去世了。^[2]元康三年（293），惠帝诏其子黄门侍郎藩修定金石，以施郊庙。（《晋书·乐志》）东晋之初，宫内既无雅乐器也无伶人。太宁（323—326）末，明帝诏阮孚等增益之，咸和（326—334）中，成帝复置太乐官，鸠集遗逸，仍不得钟磬之悬。之后，又有庾亮与谢尚修定雅乐，至庾亮死未成，乐器也腐朽损坏。由于前燕慕容儁灭后赵冉闵，使邺下乐人南下，加之谢尚制造的石磬，至永和十一年（355），雅乐开始有了并不完整的配置。直到太元（376—396）中，孝武帝“破苻坚，又获其乐工杨蜀等，闲习旧乐，于是四厢金石始备焉”（《通典·乐典》）。

晋朝的恢复古乐之路十分艰难。从荀勖以周律印证新律，到孝武帝获乐工杨蜀后始备四厢之悬，可见当时对旧物、旧乐的珍视。大概出于同样的原因，有关古钟的发现在当时备受关注。在《晋书》《宋书》《南史》《南齐书》中不乏发现古钟的实例。

晋“建兴四年（316），晋陵武进人陈龙在田中得铜铎五枚，柄口皆有龙虎形……会稽剡县陈清又于井中得栈钟，长七寸二分，口径四寸，其器虽小，形制甚精，上有古文书十八字，其四字可识，云：‘会稽徽命’”（《宋书·符瑞志》）。

[1] 《世说新语笺疏·术解》：“魏氏使协律知音者杜夔造之，不能考之典礼，徒依于时丝管之声、时之尺寸而制之，甚乖失礼度。于是世祖命中书监荀勖依典制，定钟律。”

[2] 《宋书·乐志》：“初荀勖既以新律造二舞，又更修正钟磬，事未竟而勖薨。”

晋“咸康五年(339),豫章南昌民掘地得铜钟四枚,太守褚裒以献”(《宋书·符瑞志》)。

晋“升平五年(361)二月,南掖门马足陷地,得钟一,有文四字”(《晋书·五行志》)。

晋义熙十一年(415)五月,“霍山崩,出铜钟六枚”(《晋书·五行志》)。

晋义熙十二年(416),“庐江霍山常有钟声十二。帝将征关、洛,霍山崩,有六钟出,制度精奇,上有古文书一百六十字”(《宋书·符瑞志》)。

晋义熙十三年(417)七月,“汉中成固县水涯有声若雷,既而岸崩,出铜钟十有二枚”(《晋书·五行志》)。

晋义熙十四年(418),“汉中成固县,汉水崖际……崩。有铜钟十二,出自潜壤”(《南史·宋本纪》)。

南朝宋“元嘉十九年(442)九月戊申,广陵肥如石梁涧中出石钟九口,大小行次,引列南向,南兖州刺史临川王义庆以献”(《宋书·符瑞志》)。

南朝宋“元嘉二十二年(445),豫章豫宁县出铜钟,江州刺史广陵王绍以献”(《宋书·符瑞志》)。

南朝宋“孝武帝孝建三年(456)四月丁亥,临川宜黄县民田中得铜钟七口,内史傅徽以献。孝建三年四月甲辰,晋陵延陵得古钟六口,徐州刺史竟陵王诞以献”(《宋书·符瑞志》)。

南朝宋“泰始四年(468)二月丙申,豫章望蔡获古铜钟,高一尺七寸,围二尺八寸,太守张辩以献”(《南齐书·祥瑞志》)。

南朝宋“升明二年(478)九月,建宁县建昌村民采药于万岁山,忽闻涧中有异响,得铜钟一枚,长二尺一寸,边有古字”(《南齐书·祥瑞志》)。

齐“建元元年(479)十月,涪陵郡蜚民田健所住岩间,常留云气,有声响澈若龙吟,求之积岁,莫有见者。去四月二十七日,岩数里夜忽有双光,至明往,获古钟一枚,又有一器名淳于,蜚人以为神物,奉祠之”(《南齐书·祥瑞志》)。

齐“永明四年(486)四月,东昌县山自比岁水以来,恒发异响,去二月十五日,有一岩瓠落。县民方元泰往视,于岩下得古钟一枚”(《南齐书·祥瑞志》)。

齐“永明五年(487)三月,豫宁县长岗山获神钟一枚”(《南齐书·祥瑞志》)。

齐永明九年(491)十一月,“宁蜀广汉县田所垦地入尺四寸,获古钟一枚,形高三尺八寸,围四尺七寸,县柄长一尺二寸,合高五尺,四面各九孔”(《南齐书·祥瑞志》)。

南朝宋初,武帝平定中原时,获得古钟三件,山谦之据钟的音律铭辞,判定其为周景王所铸的无射钟。但经乐官查验,与新笛“无射”不合,而是“夷则”。通晓音律的张永曾刻凿钟体,以推求音律。梁天监(502—519)中,时为乐府令的斯宣达,也曾对这三件钟进行过研究。^[1]

这些记载,强调了古钟发现的祥瑞意义和发现者惊奇神秘的感觉,涉及发现的原因、地点,甚至于古钟的年代、主人、音律、尺寸和铭文。这些有关古钟发现的最早记载,初露古钟“研究”之端倪,俨然如原始的考古报告。

复古促使了古钟的发现,古钟作为重要的参照和样本,推进了恢复古乐的进程。在南北朝时,喜好雅乐的梁武帝所用的钟磬达36架,仅钟、磬、搏、鼓达520件之多。^[2]

隋唐时期是燕乐繁盛、雅乐衰微的时期。钟磬乐悬的数量和雅乐的规模随着经济和国力的变化而增加或减缩。

公元587年,隋文帝为制定雅乐召集精通者开展大讨论,解决几年来争议不定的问题,史称“开皇乐议”。沛国公郑译、邳国公苏威与他的儿子苏夔、乐工万宝常、国子监博士何妥各执己见,无法统一。何妥为取悦文帝,媚言:“黄钟者,以象人君之德”,并提议雅乐应当只用“黄钟一宫”(《隋书·音乐志》)。隋文帝大悦,称赞何的试奏“滔滔和雅,甚与我心会”,重赏何妥,并下诏“不许作旋宫之乐,但作黄钟一宫而已”。此后,隋代的雅乐“唯奏黄钟一宫,郊庙飨用一调,迎气用五调”,雅乐更加单调、枯燥。乐工们只会演奏黄钟宫调,不会转调。开皇乐议导致编钟旋宫转调功能的退化,使“隋用黄钟一宫,惟击七钟,

[1] 《隋书·律历志上》:“山谦之记云:‘殿前三钟,悉是周景王所铸无射也。’遣乐官以今无射新笛吹,不相中。以夷则笛吹,则声韵合和。端门外钟,亦案其铭题,定皆夷则。其西厢一钟,天监中移度东。以今笛吹,乃中南吕。验其铭刻,乃是太簇,则下今笛二调。重教太乐丞斯宣达,令更推校,钟定有谐处,表里皆然。借访旧识,乃是宋泰始中,使张永凿之,去铜既多,故其调啾下。以推求钟律,便可得而见也。宋武平中原,使将军陈庆之致一钟,小大中各一。则今之太极殿前三钟,端门外一钟是也。案西钟铭则云‘清庙撞钟’,秦无清庙,此周制明矣。又一铭云‘太簇钟微’,则林钟宫所施也。京房推用,似有由也。检题既无秦,汉年代,直云夷则、太簇,则非秦、汉明矣。”

[2] 杨荫浏:《中国古代音乐史稿》上册,北京:人民音乐出版社,1981年,第156页。

其五钟设而不击，谓之哑钟”^[1]。此时宫廷所用的乐悬架数计20架，至隋炀帝大业六年（610）乐悬达36架。

唐初，唐高祖于武德九年（626）始诏太常少卿祖孝孙、协律郎窦璡等定乐，针对隋代形成的“哑钟”问题，“协律郎张文收乃依古断竹为十二律，高祖命与孝孙吹调五钟，叩之而应，由是十二钟皆用”（《新唐书·礼乐志》）。贞观元年（627），唐太宗的乐悬亦如隋制为36架。永徽初年（650），唐高宗的乐悬达72架。唐肃宗（711—762）时，曾有一次失败的钟磬调音工程，结果以汉律相比，把黄钟调成了太簇。^[2]广明元年（880），黄巢的队伍攻入长安，唐僖宗逃避入蜀，“乐工沦散，金奏几亡。及僖宗还宫，购募钟县之器，一无存者”（《旧唐书·音乐志》），礼乐制度亡失殆尽。龙纪元年（889），唐昭宗即位，将拜谒郊庙。有司申请铸造乐悬，但询问旧时工匠，都不知相关制度。太常博士殷盈孙按照《考工记》所载，“究其柷、铎、干、鼓、钲、舞、甬之法，沉思三四夕，用算法乘除”，新铸铸钟十二，编钟二百四十件，因“庙庭难容，未易开广，乐架不可重沓铺陈”，“请依周、汉、魏、晋、宋、齐六代故事，用二十架”（《旧唐书·音乐志》）。这些钟因非雅乐之制随即遭受批评。较之一些“新兴”的乐器，编钟、编磬已处于颓势。

五代时期，钟磬缺坏的情况更为严重。周显德六年（959）正月，枢密使王朴称当时的雅乐之器，“虽有乐器之状，殊无相应之和……编钟、编磬徒悬而已……乐之缺坏，无甚于今”（《旧五代史·志七·乐志下》）。然而，王朴依京房律准所造的旋宫之乐，也与前世相距更远。

结束了五代十国封建割据局面的北宋王朝，为维护统治，制礼作乐，兴起了空前的复古之风。

建隆二年（961）正月，宋太祖在崇元殿受朝贺，设宫悬。（《续资治通鉴长编·卷二》）乾德四年（966）六月，宫廷雅乐按大乐署旧制，分为殿庭宫悬和堂上登歌两种，其中宫悬三十六虞，登歌两架。（《续资治通鉴长编·卷七》）开宝九年（976）四月，有司报称：“宗庙殿庭宫悬三十虞，郊社二十虞……今岁亲郊，欲用旧礼。”宋太祖下诏：“圜丘增十六虞，余如前制。”（《续

资治通鉴长编·卷十七》）之后，更铸新钟的热潮一波波迭起。至崇宁年间（1102—1106）宋徽宗赵佶不顾宋朝日薄西山的颓势，专设“讲义司”议定新乐，又设“铸泻务”更铸新钟，所铸大晟钟达366件。据统计，宋代宫廷雅乐所实际具备的青铜编钟，至少在十悬一百二十簋，一千五百件以上。^[3]

随复古之风而兴起的“金石学”，使古代礼乐之器的收集、整理、考订、著录进入空前的历史阶段。古钟研究成为金石学中的重要门类。宫内、寺院及私人的收藏，零散于民间或陆续出土发现的编钟得以集中、著录。吕大临《考古图》（成书于1092年）、王黼《宣和博古图》（成书于1123年）、薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》（成书于1144年）、王楙《擘堂集古录》（成书年代不详）、王厚之的《钟鼎款识》（成书年代不详）等著作，辑录了大量古钟，许多传世钟及其资料由此辗转至今。

宋代学者对于钟的研究涉及年代、形制、铭文、音响。他们不仅勤于传拓与著录，也十分注重考订与应用。景祐年间（1034—1038），李照以王朴钟律不合古法为由，请求更修雅乐。此时，铸泻务的冶铸工发现了一件古“宝和钟”。欧阳修由此钟查验得知：其“与王朴夷则清声合，而其形不圆而侧垂，正与朴钟同”，而李照所铸的钟，“形圆而下垂，声掩郁而不扬，其声不和”（《归田录·卷一》），至此才知王朴的正确和李照的偏误。后来，沈括也批评了那些圆扁不分却热衷于铸钟者，并从科学的角度阐明了形体不同钟的发音原理。（《梦溪笔谈·补笔谈》）崇宁年间所铸的著名的大晟钟（见图8-37），也是以应天府（今河南商丘）出土的宋公晟钟为模本铸作而成。

靖康二年（1127），金人掠得宋大晟钟，或原封不动，或改款“人和”，坐享宋徽宗的新乐成果。

至元元年（1264），元人曾大规模收集古钟。“冬十有一月，括金乐器散在寺观民家者。先是，括到燕京钟、磬等器，凡三百九十有九事，下翟刚辨验给价。至是，大兴府又以所括钟、磬乐器十事来进。太常因言：‘亡金散失乐器，若止于燕京拘括，似为未尽，合于各路寺观民家括之，庶省铸造。’于是奏檄各道宣慰司，

[1] 《新唐书·礼乐志》关于废止旋宫转调，有记载认为早在秦汉时期。如《通典》卷一百四十一“清乐”章：“旋宫之乐久废，汉章帝建初三年（78）鲍业始请用之。顺帝阳嘉二年（173）复废。累代合黄钟一均，变极七音，则五钟废而不击，反谓之哑钟。”《旧五代史·志七·乐志下》：“自秦而下，旋宫声废，泊东汉虽有太予丞鲍邨兴之，人亡而音息，无嗣续之者。汉至隋垂十代，凡数百年，所存者黄钟之宫一调而已，十二律中，惟用七声，其余五钟，谓之哑钟，盖不用故也。”

[2] 《新唐书·礼乐志》：“山东人魏延陵得律一，因中官李辅国献之，云：‘太常诸乐调皆下，不合黄钟，请悉更制诸钟磬。’帝以为然，乃悉取太常诸乐器入于禁中，更加磨剡，凡十五日而成。御正殿观之，以还太常。然以汉律考之，黄钟乃太簇也，当时议者以为非是。”

[3] 李幼平：《大晟钟与宋代黄钟标准音高研究》，上海：上海音乐学院出版社，2004年，第18页。

括到钟三百六十有七，磬十有七，簠一，送于太常。又中都、宣德、平滦、顺天、河东、真定、西京、大名、济南、北京、东平等处，括到大小钟、磬五百六十有九。”（《元史·礼乐志二》）而亡金乐器之中，亦有金人所得的宋代钟。

1368年，明太祖朱元璋定都金陵（南京）后，冷谦为协律郎，定乐舞制度^[1]，汉、唐、宋、元时的“中和之乐”“云韶乐”“箫韶乐”“九天韶乐”等雅乐，于明洪武三年（1370）时，更名为中和韶乐，^[2]朱元璋亲自撰词谱曲。后世的皇族音乐家朱载堉也曾参与过雅乐的修改和创作。朱载堉在万历十二年（1581）之前首创的十二平均律是中国历代钟律的结晶，也是对世界音乐的重要贡献。

清代帝王非常重视宫廷雅乐，全面承袭了明代的礼乐制度，依明之旧设教坊司和太常寺神乐观执掌宫廷的礼乐事务。顺治初，“时龟鼎初奠，宫悬备物，未遑润色，沿明旧制杂用之”（《清史稿·志六十九·乐一》）。乾隆二十四年（1759），依西江出上的十一枚古钟枚，仿制铜镀金铸钟十二件（见图8-38），又采和闾玉制特磬十二枚（见图8-39），形成清代中和韶乐的完整规模，并使明代中断的雅乐使用铸钟特磬传统得以恢复和沿袭。乾隆五十五年（1790），乾隆帝为庆祝自己八十寿辰，并举行禅代典礼（禅让给嘉庆帝），用一万一千四百三十九两黄金，铸金质编钟十一枚。（见图8-40）金编钟大小相同，但厚薄不一，虽不合古法，却以金显贵，成为中国乐钟史上含金量最高的编钟。

清代是金石学发展的鼎盛时期。乾隆年间梁诗正等奉敕编纂的《西清古鉴》《宁寿鉴古》《西清续鉴甲编》和《乙编》四书，模仿《宣和博古图》的体例，收录清宫所藏铜器总计达四千多件。阮元的《积古斋钟鼎彝器款识法帖》、吴荣光的《筠清馆金文》、吴式分的《搢古录金文》、吴大澂的《愙斋集古录》，都是收录较丰的金文文献集，其中所摹绘的乐钟图像、铭文及其考释成果，是后世古钟研究的珍贵资料。除此之外，程瑶田从出土实物出发，对照《考工记》及有关记载，作《考工创物小记》，其中涉及钟磬制度；戴震、孙诒让亦对先秦钟制加以考订。阮元在杭州主持学宫乐钟铸作时，和程瑶田、李锐共同推算音律以定其范，“将为黄钟者，及铸成，则失诸为夹钟矣……乃令其另择



图8-37 大晟钟（夹钟） 宋 藏故宫博物院



图8-38 镀金铸 清 通高49.4厘米 藏故宫博物院

[1] 《明史·志二十七·乐一》：“元末有冷谦者，知音……召为协律郎，令协乐章声谱，俾乐生习之。”

[2] 《明史·志二十七·乐一》：“洪武三年，又定朝会、宴飨之制……凡大朝贺，教坊司设中和韶乐于殿之东西，北向；陈人舞于丹陛之东西，亦北向。”

一钟，挫其乳之锐者，乳钝而音改矣”，阮元以此自许得《考工记》磨钟调音之法，其实远未触及先秦编钟调音的奥妙。而冯水的探索虽注意到了钟体下缘内壁有“隧”（调音部位的凹槽），却把它钟体上常见的槽孔混为一谈，认为是“于声律有大关键”的调音设施。

清末民初，王国维首先打破北宋以来青铜器著录和研究以铭文和文字训诂为重点的局面，把青铜器铭文和历史学密切地结合，对商周历史加以综合研究。王国维《观堂集林》中亦涉及钟类乐器的研究。罗振

玉的《殷虚古器物图录》及其子福颐所编《贞松堂集古遗文》、父子合编的《三代吉金文存》，收录金文拓片 4831 件，是当时集大成的金文集。郭沫若精选三百二十余器金文编成的《两周金文辞大系》，开创了科学的金文文献断代法和编纂法，也诠释了他对先秦钟的认识。郭沫若、容庚、唐兰对《考工记》“甬氏为钟”章句、钟之属及钟体各部位名称等都进行了考订。

上世纪 20 年代，河南新郑李家楼郑公大墓、安

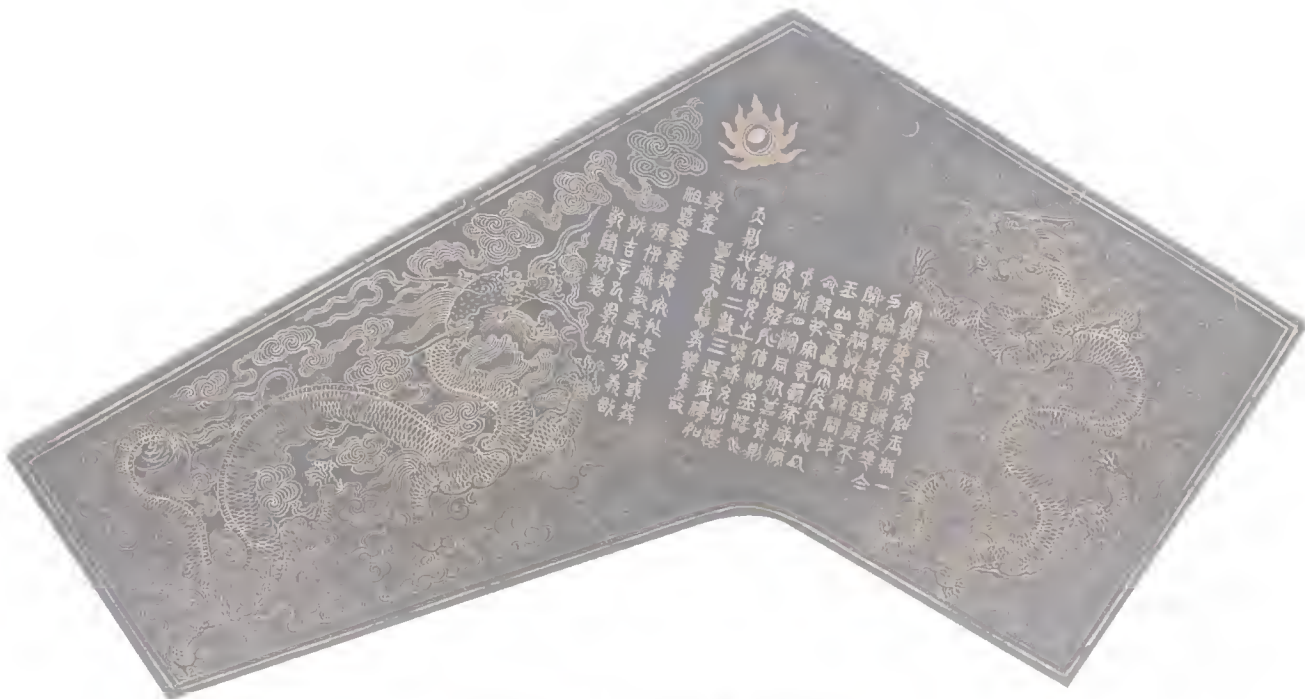


图 8-39 特磬 清乾隆 藏故宫博物院



图 8-40 金编钟 清 架高 350、宽 340 厘米，钟高 23.8、径 16.1 厘米 藏故宫博物院

阳殷墟、汲县山彪镇和辉县琉璃阁东周遗址的发掘，标志着现代考古学真正系统地在中国展开，科学发掘和科学研究的方法逐步触及到沉静千年的先秦古钟。1930年—1933年，刘半农首开现代科学技术检测研究古乐钟之先河，先后对北京故宫和天坛所藏清宫乐器、河南博物馆所藏新郑古编钟，以及至公会主教怀履光、卢江刘善江、南京烈士祠等收藏的古代钟磬，进行了考察、测试。他以音叉测定了五百多件编钟、编磬的音准，并著有《天坛所藏编钟编磬音律之鉴定》一文。^[1]

1957年，中央音乐学院民族音乐研究所对河南信阳长台关战国楚墓编钟作了考察和音准测试，并用以演奏《东方红》乐曲，在社会上产生了较大的影响。

杨荫浏的春秋编钟音律研究由此开始。他对钟体槽孔的解释，未脱冯水旧说。李纯一《中国古代音乐史稿·第一分册》、杨荫浏《中国古代音乐史稿》，开始了中国音乐考古的探索。

1977年3月—5月，吕骥、黄翔鹏、王湘、顾伯宝在甘肃、陕西、山西、河南四省进行音乐考古调查，涉及钟磬共两百多件。正是针对古乐器的这次科学之行，使古钟发现及研究的脚步逼近曾侯乙编钟，触得先秦古钟的精髓。

[1] 王子初：《从辉皇到滥觞——音乐考古学在中国》，《音乐研究》，2012年第5期。

第四章 曾侯乙编钟与礼乐艺术

第一节 龙凤相随的专职乐伶

最近几年的考古发掘进一步证实，周代汉水流域的曾国是一个历史悠久、国力强盛、文化发达的诸侯国。从西周早期到战国早期跨越 500 多年的出土音乐文物，如叶家山 M111 出土的西周早期的曾侯紈编钟、曹门湾 M1 疑似曾侯絳伯墓出土春秋早期的大型钟磬架等乐舞遗存、郭家庙曾国墓地多批次出土的音乐性能明确的青铜铃钟、文峰塔出土的春秋晚期的曾侯邕编钟，都证明曾国的音乐艺术是一个未曾间断过的文化传统。对曾侯乙墓进行音乐考古学的观察，不仅要

看到编钟及其乐器群，更要看到它作为乐舞遗存乃是广博而深厚的曾国音乐文化成就的集中反映。

当年揭开曾侯乙墓时，人们最早见到的是一件无头的小鸟飘游在水面上。这只小鸟就是后来广为人知的曾侯乙彩漆木雕鸳鸯形盒，它以其分绘两侧的“撞钟”“击鼓”图而著名。（见图 8-41、图 8-42）器身可藏饰物，情趣生动。这只小鸟的头部被发现在西室的 2 号棺内，头颈下有榫与鸟身相接，可自由旋转。



图 8-41 鸳鸯漆盒上的“撞钟图”



图 8-42 鸳鸯漆盒上的“击鼓图”

在谈到曾侯乙墓西室的情景时，西室通常被描绘成一幅凄凉景象，因为西室除 13 具陪葬棺外别无他物。其实也不尽然，13 具陪葬棺全部彩绘，且绝大部分随葬有玉器和木梳等。其中 2 号陪葬棺陪葬了精美的彩漆木雕鸳鸯形盒，9 号陪葬棺陪葬了精巧的龙纹衣箱形盒。（见图 8-43）先秦鸟饰大多可以归为凤、龙、凤装饰题材都不是随便可以使用的。在后来的清理过程中，在 2 号陪葬棺内还发现了瑟柱，这说明 2 号陪葬女性的身份应该是位瑟的演奏者。同时也说明这 13 位陪葬女性并非全部为钟磬演奏人员。

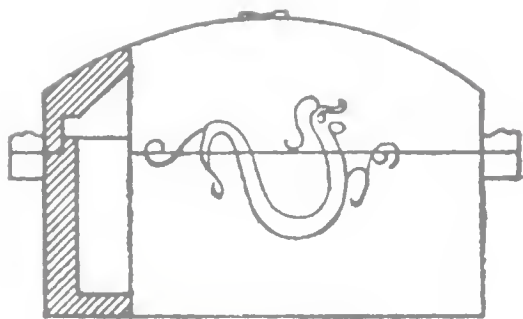


图 8-43 龙纹衣箱形盒

西室和东室的 21 具陪葬棺结构一致，仅在外形、纹饰、大小方面有些差异。西室陪葬棺多方形，纹饰为云纹、绚纹为主；东室陪葬棺多为弧形，纹饰以鳞纹、勾连龙纹相间为主。从随葬品来看（见表 8-1），东室陪葬女虽然在曾侯乙身边，但东室的随葬品最多的 2 号陪葬女性与西室的 2 号陪葬女性的随葬品数量相同，均为 13 件。其他方面也看不出曾侯乙对待她们比西

室的女性有什么不同。反而西室 9 号陪葬女性的饰品盒的装饰使用了龙纹题材，其不同寻常超出东室。正如大家所推测的那样，这 21 位陪葬女性的身份都一样为音乐的表演者。犹如西室 2 号陪葬女性，作为一位操缦者，必须掌握更为复杂的演奏技能和高深的音乐理论。因此，这些陪葬女性不同一般，她们都是术业有专攻的专业音乐艺术表演者。（见图 8-44）

编钟的演奏很早就有专职。安阳大司空村出一组 3 件编铙的 312 号殷墓里，同墓殉葬人也是 3 个。音乐考古学家李纯一曾设想，这三个殉葬人和这三个铙有着绝非偶然的关系，她们很可能是这三个钟的演奏者。^[1] 如果真是这样，那么很可能是每人各执一钟来演奏，她们是现知最早的编钟演奏者。

周朝在百官之中专为编钟的演奏和教学设置了专职。“钟师掌金奏。凡乐事，以钟鼓奏《九夏》”；“搏师掌金奏之鼓。凡祭祀，鼓其金奏之乐”；“磬师掌教击磬击编钟”。（《周礼·春官·磬师》）周代金文中的“辅”“鼓钟”也是“钟师”“搏师”“磬师”一类的乐官。春秋时期，随“歌钟二肆，及其钟搏，女乐二八”送给晋侯的师愬、师触、师黶（《左传·襄公十四年》），是郑国专司钟搏及磬的演奏家。楚国的乐尹钟建、琴师钟仪、钟期，皆以钟为姓，想必是钟师出身的乐官。春秋末期，由鲁国四散的太师挚、亚饭干、三饭缭、四饭缺、鼓方叔、播鼗武、少师阳、击磬襄都是国家乐队中的专职乐师。（《论语·微子》）



图 8-44 东室陪葬棺内的人骨架与竹席

[1] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996 年，第 120 页。

表 8-1 陪葬者性别、年龄、身高、随葬器物统计表

棺号	性别	年龄	身高	璧	环	玦	璜	串	珠	碎玉片	木梳	铜带钩
E.C.1	女	20±	149.1						1			1
E.C.2	女	26±	143.8	2	2		2		2	3	1	1
E.C.3	女	24±	154.8		1		1					
E.C.4	女	19±	140.7									
E.C.5	女	25±	141.8	2	1		1	1				1
E.C.6	女	22±	155.7									
E.C.7	女	23±	149.9									
E.C.8	女	21±	150.3				1	1		1	1	
W.C.1	女	24±	148.6	2				2			1	
W.C.2	女	23±	149.5	5		2	2	玉人1	1	残器1	1	
W.C.3	女	15±	146.5								1	
W.C.4	女	14±		2		1					1	
W.C.5	女	16±						1			1	
W.C.6	女	15±		1							1	
W.C.7	女	24±	155.3	1		2	1	1			1	1
W.C.8	女	20±	149.3								1	1
W.C.9	女	21±										
W.C.10	女	13±		1		3	3					1
W.C.11	女	18±	143.6							1	1	
W.C.12	女	24±	141.8	2			3			1	1	1
W.C.13	女	23±	161.0	2							1	

再如，据《左传·定公五年》记载，公元前 506 年，吴人入郢，楚人钟建在跟随楚昭王逃亡的途中，过河时背过楚昭王妹季芊。楚昭王复国后，论功行赏，季芊一定要嫁给钟建，楚昭王同意了，并任命钟建为乐尹。此外，《吴越春秋·阖闾内传》记载的楚“乐师扈子”也是以司乐为职的乐官。文献中楚司乐之官有伶人、乐尹等名称。伶人亦作“伶人”，《国语·周语下》有“钟成，伶人告和”可证。《国语·鲁语下》韦昭注：“伶人，乐官也。”《左传·定公五年》杜预注：“乐尹，司乐大夫。”

伶人和乐尹可能为同一官名，楚国始见伶人载《左传·成公九年》，始见乐尹载《左传·定公五年》。周有伶人不仅早于楚，且直至鲁昭公二十年（前 522）尚见伶人存在。（《国语·周语下》）可以作这样的推测：楚人早期摹仿周人，称司乐之官为伶人。后来，楚人随着自身文化特征的愈益鲜明与周天子地位的日渐式微，楚方易伶人为乐尹。于某官名后续一“尹”字，为楚之惯例，如楚官有令尹、门尹、郊尹、卜尹、玉尹和陵尹等等。

担任乐尹的人，不仅要有贵族家世，而且还要通音律、晓乐理。这就决定了乐尹世官世职的必要性。而保证这种世袭性的前提，就是“以官为氏”。以官为氏，是中国古代尤其是先秦时期姓氏的来源之一。《通志·氏族略》云：“……左氏所明者，因生赐姓，胙土命氏及以字、以谥、以官、以邑，五者而已。”如周朝有伶人叫伶州鸠的。《国语·周语下》记：“……王弗听，问之伶州鸠。对曰：‘臣之守官弗及也。臣闻之，琴瑟尚宫，钟尚羽，石尚角，匏竹利制，大不过宫，细不过羽’。”韦昭注曰：“伶，司乐官；州鸠，名也。”足见伶州鸠是精通乐理的。又《吕氏春秋·仲夏纪》载：“昔黄帝令伶伦作为律……黄帝又令伶伦与荣将铸十二钟，以和五音。”这固然带有传奇的色彩，但却多少反映了历史的真实。由此可知，伶伦或许为中国古代最早的乐官，也是以官为氏的先例。依此通例，楚人应先赐首任伶人为“伶氏”，继而改为“乐氏”。然而遍索典籍，楚仅见的三位伶人、乐尹的姓氏均为“钟”（分别见《左传·定公五年》《左传·成公九年》

和《淮南子·修务训》)。钟为群乐之首，楚人尚钟，无出其右，故以“钟”代“伶”“乐”，赐首席伶人为“钟氏”，也是顺理成章的。

伶人和乐尹无疑都是音乐活动的专职管理者，而曾侯乙墓东室、西室的 21 位陪葬女性则是具体的音乐艺术的呈现者。我们可以结合曾侯乙墓中室、东室出土乐器的品种和数量来推测这 21 位陪葬女性的职位性质。曾侯乙墓各室都有小门洞连通，由于中室的编钟正好背靠其西壁，大多数的研究者认为西室的陪葬女性应为中室编钟及其他乐器的演奏者。东室的陪葬女性则为东室乐器的演奏者。

如表 8-2 所示，中室的乐器组合所需要的演奏者的数量至少 24 人，然而西室的全部陪葬女性只有 13 人。也就是说中室的乐器下葬时，原乐队的人并没有全部陪葬，现在西室的 13 位陪葬女性只是其中的部分演奏者。我们可以这样推测，由于编钟、编磬在乐队中有着举足轻重的地位，其演奏者可能全部陪葬，因此西室 13 位陪葬女性中的 5 位应为编钟演奏者、1 位为编磬演奏者。余下 7 位刚好可以与 7 件瑟对应，应为瑟演奏者。东室的乐器组合所需要得演奏者的数量

至少 10 人，由于 2 件琴类乐器具有不同一般的意义，剩下 8 件乐器刚好与东室 8 位陪葬女性对应，即 5 位演奏瑟、笙 2 人、悬鼓 1 人。

表8-2 曾侯乙墓的乐器组合

位置	乐器名称	乐器件数	所需演奏者（人）
中室	编钟	65	5
	编磬	32	1
	建鼓	1	1
	箛	2	2
	箫	2	2
	笙	4	4
	瑟	7	7
	扁鼓	1	1
	有柄鼓	1	1
			24
东室	瑟	5	5
	十弦琴	1	1
	五弦琴	1	1
	笙	2	2
	悬鼓	1	1
			10

第二节 燕乐与周代的房中乐

黄翔鹏曾讲，曾侯乙编钟仍然是我们今天见到的音准最好的钟。从音乐的调式内容看，曾侯乙编钟用的是当地民间音乐的“楚商”。曾侯乙编钟的音乐非“三代之乐”或“先王之乐”，也不是后世讲的宫廷雅乐，而是周、楚宫廷的房中乐。是秦汉、魏晋南北朝的歌舞伎乐之祖。^[1]黄先生的这个认识是从音乐的内容而言的，就曾侯乙墓的音乐艺术的呈现方式来讲，中室和东室明显属于两种形式。中室是大家所熟知的燕乐场面，东室则是一个轻量小型的室内乐场面。燕乐正如《诗经·周颂·有瞽》中以“喤喤厥声，肃雝和鸣”的拟声描写，乐队音量宏大、浓重，乐曲气氛庄严。

室内乐场面则如《诗经·小雅·鼓钟》中所描写，以“钦钦”拟声，表现乐队音色的清脆、明亮，和乐曲气氛的典雅。

西周“制礼作乐”，历经周公、成王、康王、昭王，到穆王时期基本完备定型^[2]，其间经过了约一百年^[3]。礼乐在当时是音乐活动的主流，在汉代礼乐制度仍然存续，即便到了明清时期，礼乐的地位也未改变。礼乐以其不断变化的内容和形式，顽强地延续了自己的生命。西周礼乐不是单纯的乐种概念，还是以乐从属于礼的思想和制度。^[4]王国维在《释乐次》里列有附表，内容涉及使用礼乐的等级、顺序，以及使用的场

[1] 黄翔鹏：《中国古代音乐史——分期研究及有关新材料、新问题》，台湾：《汉唐乐府》，1997 年 12 月，第 43 页。
[2] 杨华：《先秦礼乐文化》，武汉：湖北教育出版社，1997 年，第 68 页。
[3] 中国艺术研究院音乐研究所：《中国音乐词典》，北京：人民音乐出版社，1985 年，第 225 页。
[4] 中国艺术研究院音乐研究所：《中国音乐词典》，第 225 页。

合及条件。如周天子亲自主持的郊、庙活动用《清庙》《雍》；“会朝之乐”用“太雅”；天子、卿大夫的燕飨活动中用“小雅”中的《鹿鸣》《鱼丽》《南陔》等等。^[11]这些内容大多被收入到了《诗经》中。它们被称为“雅乐”，大概是在《诗经》成书之后的春秋晚期。我们更为熟知的雅乐的概念，是泛指用于郊社（祭祀天地）、宗庙（祭祀祖先）、宫廷仪礼（朝会、燕飨、宾客等）、射乡（统治者燕飨士庶代表人物）以及军事上的大典的音乐。^[12]这些内容明显比《释乐次》少了许多，表明雅乐并非是先秦礼乐用乐的全部内容。相对于礼乐而言，雅乐只是其重要的组成部分之一，礼乐的另一部分当属“俗乐”。

然而先秦礼乐中的“俗乐”情况复杂，具体情形必须有所甄别。所谓“周代房中乐”正是这种情形。钱志熙在《周汉“房中乐”考论》一文中论述道，周代“房中乐”有三个来源，一为《仪礼·燕礼》；二为《毛诗传》；三为《汉书·礼乐志》。从文献上看，三种关于房中乐的记载是各自独立的，可以证实周代乐制中的确有“房中乐”这样的名义。但同时他也指出，《仪礼·燕礼》的“房中之乐”是国君燕飨宾客之乐；《毛诗传》的“房中乐”是国君娱燕房中之乐；而《汉书·礼乐志》的“房中乐”则实为宗庙乐“房中祠乐”。三者名实不一。文中总结了郑玄对三者经注的要点，认为房中乐为后妃夫人之女性之乐，房中乐也并非周乐正式的专用名称而是俗称。文章进一步指出，周的房中乐，实为娱乐性质的音乐，也就是周代的俗乐。^[13]把原本来源不同的国君燕飨宾客之乐、国君娱燕房中之乐，以及实为宗庙乐的“房中祠乐”最后都归纳成娱乐性质的俗乐，讲周代的房中乐是俗乐，揭示了周代房中乐的本质。

尽管如此，周代房中乐，若作为一个音乐史的概念，其面貌尚欠清晰。其实仪礼、毛诗讲的都是“有房中之乐”，只有《汉书·礼乐志》讲“房中乐”和“房中祠乐”。就音乐学的角度来看，此三者的不同还是比较容易区分的，“房中之乐”是表演形式，即周代有一种音乐是在“房中”表演的；“房中乐”则是音乐品种（乐种）；而“房中祠乐”指的是乐曲或演唱风格。正如钱志熙的推断，周代并没有正式的房中乐的名义，

但是周代极有可能有一种在“房中”演唱“房中祠乐”的音乐，汉代人认为那种音乐是汉代房中乐的源头。在这种情况下，再把郑玄注《周礼·春官》里讲的“燕乐，房中之乐。”理解为“燕乐就是周代房中乐”，恐怕就很难解释得通了。而应该理解成“燕乐，正如今之房中乐”。郑玄是用汉代的房中乐来类比周代的燕乐。的确，郑玄时代的房中乐，其功能和地位正如周代燕乐。

如上所言，如果把在房中演唱的“房中祠乐”称作周代房中乐，那么这种音乐仍然保留着祭祀祷告特性，绝不可能是周代燕乐。前所谓周代房中乐的认识还来自郑玄注二南，二南是周代房中乐最主要的两个套曲。《诗经·周南》郑玄注云：“乃采文王之世，风化所及，民俗之诗，被之管弦；以为房中之乐。”《诗经·召南》郑玄注云：“云‘房中’者，后、夫人之所讽诵，以事其君子。”从音乐形态学的角度考察，郑玄对房中乐的认识主要有以下两点，一是用管弦伴奏，女声演唱民俗之诗；二是在“房中”“讽诵，以事其君子”。上文中，郑玄的注文里涉及乐器的文字只提到了“被之管弦”而没有提到使用钟磬乐悬，这应该就是周代房中乐中使用乐器的基本面貌。曾侯乙墓的东室是墓主所在，这里有管弦打击乐器而没有钟磬，另有8具年轻女性的陪葬棺，所谓“后、夫人”云，符合周代房中乐的基本要件。在其乐器组合中有一件有柄的鼓（即鼗鼓），其形式在今天的某些宗教仪式中仍有流传。

郑玄注里的“讽诵”二字，体现出周代房中乐的宗教音乐的形式特征。在今天的武当山道教音乐中的“韵腔”一类里，有4种歌腔形态：讽经腔、念咒腔、诵诰腔和韵（咏）腔。所谓讽经腔，是曲调不成型类似念白的韵腔，所讽之经为道教的经卷典籍；诵诰腔，则是旋律简练、不用衬字、没有拖腔的韵腔，所诵内容被称为“宝诰”，用以传达神仙的旨意或叙述赞美神仙的修行。^[14]后世道教音乐的韵腔与周代房中乐的“讽诵”在形式与内容以及功能上相互吻合，其源与流的关系显而易见。

人们在认识周代燕乐与房中乐上陷入困境，亦是事出有因。从礼乐制度来看，西周至春秋，乐悬之器的发展越来越精良，其礼乐的表现力亦越来越强。礼乐的充分发展，强化了人们的礼乐意识。《左传·襄公

[11] 这些内容在王国维《释乐次》后有附表，见王国维：《观堂集林（上）》，石家庄：河北教育出版社，2001年，第58页。另，杨华在《先秦礼乐文化》一书中也列有附表，见杨华：《先秦礼乐文化》，武汉：湖北教育出版社，1997年，第112页。

[12] 中国艺术研究院音乐研究所：《中国音乐词典》，北京：人民音乐出版社，1985年，第444页。

[13] 钱志熙：《汉魏乐府艺术研究》，北京：学苑出版社，2011年，第237页。

[14] 史新民：《中国武当山道教音乐》，北京：中国文联出版公司，1987年，第17页。

十一年》：“郑人赂晋侯以师棼、师触、师纘……歌钟二肆，及其鎛磬，女乐二八。晋侯以乐之半赐魏绛……魏绛于是乎始有金石之乐，礼也。”按照西周的礼乐制度，士大夫判悬，即钟、磬各一边的乐悬格局，魏绛作为大夫是可以享用的。大约过去了十多年，吴国公子季札到鲁国观乐，看到了周乐完备的演出，盛赞不已。《左传·昭公二年》载：“春，晋侯使韩宣子来聘，且告为政来见，礼也。观书于周太史，见《易》《象》与《鲁春秋》，曰：‘周礼尽在鲁矣。吾乃今知周公之德与周之所以王也。’”虽然此时周王室的影响力萎缩，但是并不影响礼乐制度在鲁国等国的坚持，当然也反映在曾侯乙墓之中。

从音乐内容或风格形式来讲，春秋战国时期的文献在论及礼乐话题时，多提雅、颂。如《论语·子罕》：“吾自卫返鲁，然后乐正，雅颂各得其所。”《荀子·乐论》：“故人不能无乐……先王恶其乱也，故制雅颂之声以道之。”是因为在新的历史条件下，即意识形态改变、经济科技进步以及艺术技艺的提升，造就了“风”起云涌的局面。《论语·阳货》：“恶郑声之乱雅乐也。”是“雅乐”一词的首次出现。这里讲乱雅乐，就是乱雅颂之乐的意思。讲郑卫之音乱雅乐，反映了风与雅颂在意识形态上的对立。

礼乐制度的坚持、意识形态的对立，似乎并不影响音乐内容或风格的混融。前述《左传·襄公二十九年》“季札观乐”是春秋晚期的事情。从文字上看季札出席的是一个燕乐活动，当时看得他很是过瘾。对照一下那天的“节目单”可以看出，无非是在节目里增加了大量的“风”的内容，如《周南》《召南》《邶》《庸》《王》《郑》《卫》等等。这个案例说明，鲁国的礼乐不是固守陈规一成不变的。再就是《礼记·乐记》：“魏文侯

问于子夏曰：吾端冕而听古乐，则惟恐卧；听郑卫之音，则不知倦。”《墨子·三辩》讲：“昔诸侯倦于听治，息于钟鼓之乐”；“士大夫倦于听治，息于竽瑟之乐”。郑卫之音的兴起充斥着整个春秋战国时期。结合前文的考察，这股力量仅仅只是“恶郑声之乱雅乐也”。它虽然造成了礼乐内容的分化，但并没有冲击礼乐制度。

有了以上认识，再回头看《仪礼·燕礼》中的表述：“若与四方之宾燕……有房中之乐。”就不觉得矛盾了。这段话中的“房中之乐”不是“房中乐”的意思，而是指在房中演奏的音乐。即便要与房中乐挂钩，“房中之乐”那也是房中乐使用的乐曲的意思。的确在仪礼中的“合乐”部分有二南的表演，二南正是后妃们在“房中”演奏的乐曲。仪礼还讲了，燕礼使用二南是用瑟伴奏，笙在乐悬中间演奏。宴请仪式上为了调节氛围的需要而变换表演形式，是符合常理的。周代房中乐不用钟磬，包括燕乐中演奏风的环节如“合乐”也不使用钟磬，可能是当时钟磬的数量、音列发育不全，不能生动地与鲜活的民风相伴和。我们不能因为周代燕乐和周代房中乐在使用的曲目上有交叉，而混淆了燕乐与房中乐的界限。在这一点上《仪礼·燕礼》是明确的。

正如黄翔鹏所言，曾侯乙墓中室的布局显示的是一个庞大的燕乐场面。如前所述，战国早期在宫廷燕飨中演奏的音乐，一定包括大量的不带或少带礼仪性质的“风”（郑卫之音等），即《仪礼·燕礼》所言“房中之乐”。东室是墓主所在，这里有管弦打击乐器，但是没有钟磬，有8具年轻女性的陪葬棺，符合周代房中乐的基本要件，是典型的周代房中乐的场面。中室和东室的乐用功能分得很清楚，燕乐、房中乐分处两室。

第三节 礼乐制度的艺术呈现

现在没有人再质疑曾侯乙墓是一座“地下乐宫”。周代礼乐制度的形式，本质上是音乐艺术，正像如今的表演艺术一样是一个系统的综合性的舞台艺术。就目前所知考古发掘的材料来看，使用编钟的场合无非是野外、室外和室内三种。

作为野外使用的实例，其代表是发现于河南新郑的春秋郑国祭祀遗址。遗址内分布着多处青铜礼乐器坎，其中乐器坎有 11 座，编号分别为 K1、K4、K5、K7、K8、K9、K11、K12、K14、K16、K17。这些乐器坎大部分分布在遗址的东南部。通常以 3 座为一组，与附近的礼器坎等结合成组合关系。乐器坎中所出土的乐器，均为编钟（钮钟）和编铎，总数达 206 件。还有一些编钟的附件，如钟架和钟槌等器。^[1] 编钟均为 4 件铎钟和 20 件钮钟的组合。钮钟的固定方式有用皮绳拴系的。钟架装饰非常华丽。乐器坎四周装饰有如藤蔓的支撑，恰如华丽的舞台将编钟包围其间。

山东蓬莱柳各庄墓群六号墓出土有春秋时代的编钟 9 件，出土时位于棺北侧的二层台上。似悬于木质的钟架之上，由大至小、自东而西依次排列。编钟木架已朽，仅漆皮附土保存，知为两端双立柱，高约 75 厘米，立柱中部略粗，底部为“山”字形座。横梁较长，左端为龙头形。短角，上下唇皆上卷。横梁总长约 1.8、宽约 5 厘米，着红漆，上绘黑色曲尺纹，若鳞状。^[2] 这里的二层台相当于室外的台阶。

《仪礼·大射》载：“乐人宿悬于阼阶东。笙磬西面，其南笙钟，其南铎。皆南陈。建鼓在阼阶西，南鼓。应鼗在其东，南鼓。西阶之西。颂磬东面，其南钟，其南铎。皆南陈。一建鼓在其南，东鼓。朔鼗在其北。一建鼓在西阶之东，南面。箜在建鼓之间，鼗倚于颂

磬西纆。”以上两例均为春秋时期，礼乐器坎或二层台功效犹如阶。无论祭祀还是射礼，都以阶为主要舞台，饰以华丽的装饰。

曾侯乙墓中室的情形，应该是典型的室内应用场景。有鼎、簋、钟、磬等重礼乐器，显然是一个燕乐场面，而且是一个全景式的声画场面，非常宏大。即便如此，我们也不能说曾侯乙奢侈。从乐悬格局来看，编钟、编磬是分三面悬挂，属于诸侯悬制，仍然符合曾侯乙诸侯国王这一身份，符合周礼的规定。

曾侯乙墓的四个椁室中，两处存放乐器的椁室相对较大。其中中室最大，接近 50 平方米；东室次之，约 45 平方米。每一个室的四壁墙上都钉有一些木钉，钉长 0.25 米或 0.45 米，一端齐平，一端削尖，钉在第二、三、四块椁墙板下的缝隙中，钉与钉的横向距离都没有严格规律，不过上排钉与下排钉则是错开的。已有学者考证它们是悬挂帷幔或香囊的，相当于今天的舞台美术。“事死如事生”，可以想见当年宫内帷幔飘逸生辉，满室香气宜人的奢华景象。

曾侯乙墓的音乐艺术是以钟、磬为核心的体系，这个体系的逻辑需要体系中的各组成部分互相诠释。曾侯乙墓中的音乐图像就是这个体系中的重要组成部分。大家比较多地谈到的是这样几件器物：彩漆五弦器、彩漆瑟、彩漆鸳鸯形盒，它们关联的是音乐的起源、制律（不是律制）、奏乐（也就是演奏）方面的事项。其实在曾侯乙墓的许多出土器物上都有与音乐有关的信息存在，墓主主棺内棺上的漆画和衣箱上的图案，就是其中的二例，它们表达了曾侯乙墓的音乐艺术的某些本质功能。

墓主主棺内棺上的漆画极有可能是“蜡祭”的一

[1] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系 11 江西卷·续河南卷》，郑州：大象出版社，2009 年，第 161 页。

[2] 烟台市文物管理委员会：《山东蓬莱县柳各庄墓群发掘简报》，《考古》1990 年第 9 期，第 803 页。

个实例。蜡祭,又叫腊八、八蜡。苏轼在其《东坡志林》卷二《八蜡三代之戏礼》中说:“《八蜡》……因附仪以礼仪,亦曰不徒戏而已。”^[1]从文献中得知,“蜡祭”的形式特征一个是“六奏乐”,一个是“兵舞”,再就是动物的形象。前者是听觉特征,后两者是视觉特征。《周礼·地官·司徒》记载:“……凡祭祀百物之神,鼓兵舞、帔舞者”。兵,就是兵器,兵舞,就是持兵器而舞;帔,就是帛制条状舞具,帔舞,就是持帔而舞。陈祥道在《礼书》里讲“蜡之为祭……击土鼓,舞兵舞、帔舞。”表明兵舞、帔舞都是用于“蜡祭”的主要舞蹈。^[2]说到蜡祭中的动物形象,《礼记·郊特牲》里谈到:“迎

猫,为其食田鼠也。迎虎,为其食田豕也。迎而祭之也。”这里明确提到了猫、虎的形象。

曾侯乙墓的内棺,周身髹漆并饰以各种动物 895 只,其中 753 条龙蛇,另外神人 4 个,神兽武士 20 个。^[3]内棺左右侧板的图像基本对称,描绘有不同类型的神灵,龙凤及怪兽。神像形貌十分怪异,有的人面鸟身,有的兽首人身。这些神怪都是赤膊正面,手持双戈戟的形象。有人说他们是护卫死者灵魂的卫士,有人认为他们是引魂升天的羽人,或者驱鬼逐疫的“方相氏”。^[4](见图 8-45)



图 8-45 曾侯乙主棺侧面挡板纹饰

对照墓主主棺内棺上的漆画来看,这幅画里给人印象最为深刻的,一是持兵器而舞,二是持兵器而舞的神,有些长有猫、虎之须。可以认为,持兵器而舞符合《蜡祭》中兵舞的特征;长有猫、虎之须的神像,则是“蜡祭”仪式中,由人装扮的猫、虎之神。

曾侯乙墓的北室出土有大量的长杆兵器,非常精美,与其他兵器坚韧锋利不同,而是不开刃,不像是用来杀人的。有学者认为这些兵器可能是乐舞表演的道具。^[5]这些北室的兵器有可能就是“兵舞”所持之兵。

早先“蜡祭”是由天子主持的祭祀活动,所谓“天子大蜡八”。春秋时期,《礼记》里讲“子贡观蜡”,形容蜡祭声势浩大,讲“一国之人皆若狂”,这就是成语“举国若狂”的来历。这里的“一国”显然是指诸侯国,也就是说那个时候,“蜡祭”已由诸侯国君自己主持了。曾侯乙正是曾国的国君,他死后,主棺上画上“蜡祭”

场面是合乎情理的。反过来讲,画蜡祭场面,也是在提示墓主人曾侯乙的国君身份。

曾侯乙墓一共出上了 5 件衣箱,全部出自东室。下图这件衣箱的盖面上有二十八宿名称,所以被称为二十八宿图木衣箱。这件衣箱的盖面正中写有篆文“斗”字,象征北斗七星;环绕“斗”字,书写二十八星宿星名,两边分别绘有龙与虎的图像,在亢宿附近刻写“甲寅三口”四字。这是一幅“北斗携连图”,内含着“斗转星移”“斗柄授时”“正月建寅”等朴素的天文学认识。(见图 8-46)在衣箱的另一面,有学者认出那是四匹马的形象。四匹马就是“驷”,即驷马难追的驷,是二十八宿里的房宿的形象。(见图 8-47)

另一件即夸父逐日图木衣箱。这件衣箱有一侧绘有夸父逐日的神话故事,所绘之鸟为日中金乌衣箱盖面画的也是四匹马,也是房宿的形象。

[1] 苏轼:《东坡志林》,西安:秦出版社,2003年,第64页。

[2] 陈祥道:《礼书》,北京:书目文献出版社,1998年,第361页。

[3] 湖北省博物馆:《曾侯乙墓》,北京:文物出版社,1989年,第41页。

[4] 湖北省博物馆:《曾侯乙墓》,第43页。

[5] 谭自明:《曾侯乙墓舞器考》,《黄钟》,1998年第3期。

再一件是弋射图木衣箱。这件衣箱的盖面上的图表现了弋射的情景。(见图 8-48)在弋射形象的边缘还绘有两条双首人面蛇(枝头蛇),反向互相缠绕,这可能是传说里的伏羲和女娲。这里的图案虽然没有房宿的四匹马的形象,但是在箱面有蘑菇状云的一角,用红色写了 20 个字:“民祀唯房,日辰于维,兴岁之驷,所尚若陈,琴瑟常和。”^[1]兴岁之“驷”的驷,当然就是指房宿,这里不仅提到了房宿,还提到了琴瑟。这 20 个字,相当于祭祀仪式上的咒语或祷辞,意思说人们希望通过祭祀房星而心想事成、风调雨顺、社会和谐、幸福祥和。(见图 8-49)

祭祀房宿为什么就能琴瑟常和呢?这个房宿,还叫农祥星,它与农事有一种天然的联系,农事是当时老百姓最重视的生产活动。

重视房宿就是重视民间祭祀,把民间祭祀纳入官方祭祀,也就是“以人为本”。“以人为本”,最早由

春秋时期的思想家季梁提出,季梁的家乡正是曾侯乙墓所在的地区。他的治国思想在曾侯乙时代得以继承。这些衣箱上的图和铭文,把天文、农事、政治等事项与音乐关联了起来。曾侯乙墓的东室也就是墓主主棺所在,在这里出土的乐器有十弦琴、五弦器、5 件瑟以及多种鼓。有学者认为曾侯乙墓东室是周代房中乐的遗迹。衣箱上的图案把祭祀仪式和音乐关联在一起,可见,周代房中乐的功能主要不是娱乐而是祭祀。这进一步体现了先秦礼乐的本质功能是“以人为本”。

举国若狂的“天子大蜡八”的“蜡祭”,显然是官方动员全民的大型祭祀活动,而以房宿为祭祀对象的“房祀”,则是普遍的民间祭祀活动。就主棺漆画与衣箱图案综合观察来看,曾侯乙的时代,曾国的祭祀活动是官、民并重的。只有官、民并重,方能“举国若狂”而又“琴瑟常和”。

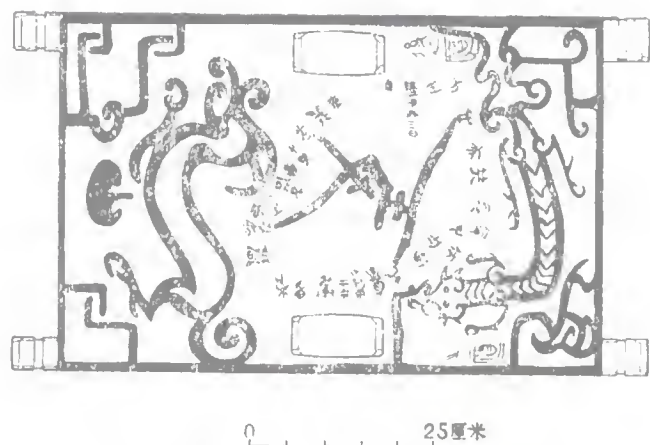


图 8-46 曾侯乙墓二十八宿图衣箱上的北斗携连图

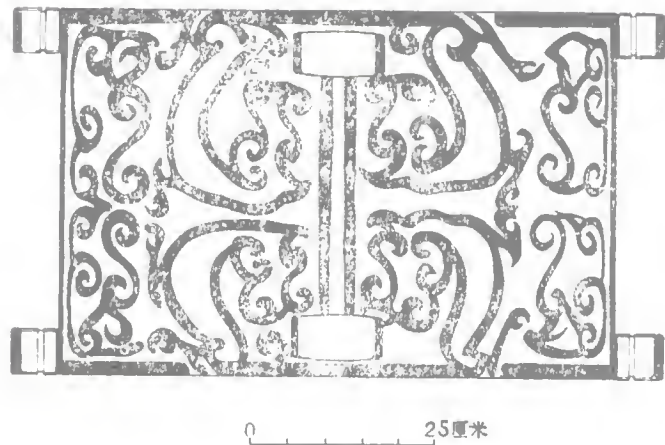


图 8-47 曾侯乙墓二十八宿图衣箱上四匹马的形象



图 8-48 曾侯乙墓弋射图衣箱上的弋射图(局部)



图 8-49 曾侯乙墓弋射图衣箱漆书文字

[1] 饶宗颐:《渭子(琴心)考——由郭店雅琴谈老子门人的琴学》,《中国学术》2004年第1期

第五章 曾侯乙编钟的演奏艺术

第一节 曾侯乙编钟的表现力

古人每每将钟鼎并称对举。在周朝，钟和鼎都是主权的象征。古者敌国之间干戈相加，胜者一旦攻入败者国都，往往以“毁其宗庙，迁其重器”作为战胜的标识，“阖闾伐楚，五战入郢，烧高府之粟，破九龙之钟”（《淮南子·泰族训》）。“烧高府之粟”是为了削弱楚国的经济实力，而“破九龙之钟”则企图在政治上动摇楚国的统治。钟作为王权象征的基础，来自于钟在人类早期发展中获得的发号施令的地位以及本身经长期演变而拥有的人们喜闻乐见的乐器功能，即仪式性和艺术性是其双重性所在。

当编钟重新进入现代生活之中，仪式性的属性被不经意地隐藏起来或被消解，其艺术性的属性则被人们广为关注，甚至引发了广泛的争议。有人认为编钟的声音作为乐音是不合格的，因为用演奏工具激发它的同时有很多不和谐的声音伴随，声音不纯粹。从这一点来讲，编钟只能称为响器，这是当年很多作曲家的意见。随着相关研究越来越深入，人们认识到，当年这些作曲家衡量钟声是否美好是以现代乐器的设计和制造技术为参照标准的，多少缺少些历史情怀。

自然中本不存在纯而又纯的声音。即便是今天，人所能听到的乐音，绝大多数是各种不同频率的纯音

组成的复合音。在中国传统的音乐价值观里，纯粹的声音是什么呢？其实正是一种和谐的复合之声，这种声音法自自然而又有所独创。一钟双音选取了泛音中的纯律特征音程，使钟声和谐优美。同时又由于这两个基频音的相互作用产生的高八度音，强化了正鼓音的稳定性。在混合使用正、侧鼓音来演奏的时候，音乐显得曲折多变、变幻莫测。演奏产生的非乐音声响在中国传统音乐的范畴里也是具有审美价值的，举一个易于理解的例子，如果古琴的声音里缺少了手指搭弦的声音，琴声里就缺少了古琴的韵味，琴家往往在这方面有所追求。编钟的声音正是一种有韵味的声音。

曾侯乙编钟的钮钟居上层，音区高，音色透明，穿透力强。甬钟居中、下层，按音区可分为低音区、中低音区和中高音区三部分：低音区，长枚大型甬钟，音色低沉绵长，是迄今为止发现的音色最漂亮的中国低音乐器；中低音区：长枚中型甬钟，音色醇厚；中高音区：又分为音色典雅的短枚甬钟和音色亮丽的无枚甬钟。曾侯乙编钟不仅“编音高”还“编音色”。这种复杂细致的设计，颇具匠心，而具有独特的审美价值。

曾侯乙编钟的音响表现力已经大大超出了我们的想象力。然而曾侯乙编钟不仅仅只是一套“响器”，它

还是一套乐器，其激发而出的音高序列蕴涵着富于意味的联想、意象和情感。这正是乐器和响器的根本区别。中层一组编钟以演奏清新、单纯、纤柔、细腻的音乐见长，给人以娇美、甜润、天真、无邪的感受；中层二组编钟以演奏纯正、宽广、深沉、明快的音乐见长，给人以安宁、丰满、欢快、喜悦的感受；中层三组以及下层编钟则以演奏低沉、婉转、温和、明晰的音乐见长，给人以和蔼、稳健、满足、晴朗的感受。当所有编钟奏响的时候，可以听到“弦乐的长音”“圆号的和声”以及“大管如歌的吟唱”。它传递给人们的是一种层次丰富、细节清晰的空间感。它感染人们的情绪，触动人们的心灵。

曾侯乙编钟全套钟的音响及其 3755 字的铭文表明，西周编钟的一钟双音不是偶然现象，而是一项极为先进的声学首创，每件钟呈三度音程的双音关系是其规律。编钟已经具有完整的十二半音音列及乐音的称谓体系。除传统的五声音阶以外，当时已能在全套钟五个半八度的音域内，利用旋宫理论演奏六声、七声音阶的乐曲。钟的调音精确度很高，据重复音相比，半数以上的音分值仅在 15 音分之内，其余多数在 20 音分之内。乐音体系的表述中已有了固定音高、八度组的概念。

从商饶到曾侯乙编钟，编钟的音阶由简到繁，体现了由节奏性乐器发展到旋律性乐器的轨迹。起初，钟的编制较小，三、五件一组，均为单音，所能构成的音列简单，是较为原始的调式。西周时期，“钟不过以动声”“金石以动之，丝竹以行之”（《国语·周语》）。钟在音乐中起着加强节奏、烘托气氛、演奏骨干音的作用。所以，从周初 3 件一组，到中期的 8 件一组，包括每钟的双音，音阶是宫（do）、角（mi）、徵（sol）、羽（la）四声。其结构是：第一钟“羽”、第二钟“宫”，从第三钟至第八钟，每钟双音，为“角——徵”或“羽——宫”。这种双音结构作为骨架被随后的编钟所承袭。

春秋早期，秦公钟因袭了西周钟的音列特点。春秋中晚期，编钟一般为 9 件一组。其中的侯马 13 号墓编钟增加了“商（re）——商角（fa）”结构：“敬事天王钟”，增加了“徵——徵角（si）”“宫——角”结构，已能演奏七声音阶的旋律。战国早期的曾侯乙

编钟，用于主奏旋律的中层甬钟新增“羽——羽角（do）”“宫——徵（mi）”“商——羽（fa）”“商角——商（si）”“宫角（mi）——宫（la）”结构。在双音结构的使用上更加规范和娴熟：其双音音程以大、小三度有机嵌合，以 5 件钟已可构成徵、羽、徵角、宫、羽角、商、徵、宫角、羽、徵 10 个乐音。如果排除律制因素，从主观上来说，在演奏实践中可以构成各种形式的音阶。

中国传统的音乐审美以“和”为中心。音乐上强调“和”是综合各种因素如“五声、六律、七音、八风”以及“清浊、大小、短长、疾徐、哀乐、刚柔”的“中和”。这种传统的音乐美学思想，对中国传统音乐影响深远。《尚书·舜典》：“诗言志，歌咏言，声依永、律和声，八音克谐，无相夺伦，神人以和。”《礼记·乐记》：“乐者，天地之和也”音乐的和谐，关乎神与人的和谐，更关乎天地之间的和谐。孔子承认音乐有思想性和艺术性。以“善”和“美”来评价音乐家，凡合于所谓仁德者为善，表现平和中庸者为美，形成了人类历史上最早的音乐审美标准之一。其实不论儒家还是道家，他们虽然有很大的不同，但都把自然理解为生命的统一体，认为人与自然的关系应该是“和”，“和谐”是最高境界。不仅东方的中国如此，在西方古希腊时期的毕达哥拉斯就提出了“和谐”这一美学范畴，他认为音乐的和谐源于其自身符合“数”的和谐^[1]，而音乐的美在于其自身的对立统一的和谐^[2]。

曾侯乙编钟的声音体现了先秦核心音乐价值观“和”。两周钟的铭文里，在赞美钟声时常饰以和、协、锡、雷、余等，称“和钟”“协钟”“锡钟”等。“和钟”之名见于西周中期，其以钟声之“和”寓意“乐与政和”“政通人和”。西周中期，正是双音钟的成熟期，一钟双音所呈现的“谐和”之声，不正是“和钟”之铭的应有之义么？优美和谐的声音，不仅展现的是动听迷人的音乐世界，还包含着某种对传统、历史、人生况味的寄寓而具有丰富的表情性。曾侯乙编钟有相当大的音区范围与人声的音域相当。人声乃自然之声，古人对编钟音区的设计，体现了让编钟伴和人声的意图，以及让编钟传递人声信息想法。这种人声信息，就是人们对天地、祖先的敬畏，对社会、人伦和谐的愿望。

[1] 于润洋：《现代西方音乐哲学导论》，长沙：湖南教育出版社，2000年，第3页。

[2] 朱光潜：《西方美学史（上）》，上海：上海人民出版社，1979年，第33页。

第二节 曾侯乙编钟的演奏法

曾侯乙墓是一座未经过度扰乱的墓葬，出土时曾侯乙编钟的演奏工具钟槌和撞钟棒与其保持着密切的相关性。因此，稍作思考就能推理出“撞”和“击”就是曾侯乙编钟最基本的演奏法。然而，曾侯乙编钟有着如此丰富的表现力和感染力，没有娴熟、复杂的表演技巧是难以达到的。下面分别从曾侯乙编钟的形式、结构、规格、演奏工具以及西室陪葬女性的人体检测数据等方面来观察、分析，尝试还原出曾侯乙编钟的演奏法。

曾侯乙编钟属两面三层的编钟，两面即短架（南架）靠近中室南部、长架（西架）靠近中室西部，三层即悬挂钮钟的上层、悬挂甬钟的中层和下层。短架长 335、高 273 厘米，长架长 748、高 265 厘米。因长架过长，中间设有铜立柱补充支撑。又因这铜立柱，长架被一分为二，长架中层刚好分挂形式不同的两组钟。曾侯乙编钟的悬钟方式有三种，即环挂式、钩挂式、插挂式。下层编钟用环挂式悬挂，中层编钟用钩挂式悬挂，皆钟体斜悬，口朝前上方微翘约 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。上层编钟形制为钮钟，用插挂式悬挂，钟体正悬，口垂直朝下。其中南架的钟朝南，西架的钟朝西。下层编钟（甬钟除外，下同）钟口朝架内侧的前上方微翘，其中南架的钟朝北，西架的钟朝东。甬钟和钮钟一样，钟体正悬，钟口朝下。钟口微微翘起的一面即正面，易于敲击。

作为多层多面悬挂的编钟，因不同层使用了相反方向的悬挂方式，即把音区和演奏方式也区分开来。下层低音钟口朝向曲尺形内，与之相应的是下层横梁上标示悬钟位置的标音刻文也在钟架的内侧，加之撞钟棒出土时就倚靠在钟架内侧，可知下层钟的两名演奏者演奏时当居钟架内侧站立演奏。中层中、高音区钟口朝外，其横梁上标示悬钟位置的标音刻文也在钟架的外侧，可知击中层钟的三名演奏者演奏时当居钟

架外侧站立演奏。上层高音钮钟的演奏似乎是由中层编钟的演奏者兼顾。

与曾侯乙编钟一起出土的演奏工具共有 8 件：撞钟棒 2 件，钟槌 6 件。钟槌的长度约为 62 厘米、钟棒的长度约为 215 厘米。撞钟棒是较长的圆木棒，据彩漆鸳鸯盒上的“撞钟图”（参见本篇图 8-41）可知是用来演奏下层大钟的。钟槌是一种“T”形的木槌，应该是用来演奏中、上层编钟的。“撞钟图”还显示演奏者头戴面具，侧向或背向大钟站立撞击大钟，可以证明曾侯乙编钟下层钟是取立姿演奏的。

根据这些推理，对曾侯乙编钟的演奏方式可以有基本的认识。在演奏曾侯乙编钟时，至少五名演奏者，均呈站姿。二人各持一根撞钟棒，撞下层大钟；三人各持两个钟槌，击中层和上层钟。撞下层钟的两名演奏者均双手持撞钟棒，一人靠近钟架内侧的南部，掌奏下层第一组和第二组的前几件钟（以出土号计，下同）；另一人靠近钟架内侧的北部，掌奏下层第二组的后几件钟。她们在换击另一部位或另一钟时必须有所走动，以调整到适应的位置。由于钟架内侧直接面向欣赏者，这两位演奏者若面向钟体而撞，便会背对欣赏者，在当时这可能对欣赏者的不恭，撞钟者需要时时面对欣赏者，背向大钟。击中、上层钟的三名演奏者，分别掌奏中、上层的三个钟组。他们各自立于各组钟的中部。根据人体工程学原理进一步推理，中、上层演奏者在演奏时，通常需要伸展双臂，挪动脚步。在击奏中层钟的侧鼓音时，钟体在演奏者左边时，以击其右鼓部为易；钟体在演奏者右边时，击其左鼓部为易。击奏上层钟时，演奏者的双臂均需向上伸举。

事实上，曾侯乙编钟的悬挂方式、演奏方式、演奏员的配置比今人想象的更为复杂。要了解曾侯乙编钟的演奏法，需要对上述曾侯乙编钟的相关可能性作进一步的分析。编钟之间的高度有差异，悬挂起来后

各钟正侧鼓部的敲击点的位置会高低不同。在曾侯乙编钟上，每组钟的敲击点都可以拟出一条斜线，以这条斜线为对角线、以编钟悬挂的倾斜度为倾角形成的面就是敲击面。曾侯乙编钟分三层悬挂，演奏时演奏工具与编钟的敲击点形成的角度受到敲击面的影响最大。一般来说，只有敲击或撞击工具垂直敲击面演奏，才能有好的声音效果。作为一般演奏技术要求，击奏方向应与敲击面垂直。（见图 8-50 ~ 图 8-52）

下层一组的钟梁高约 143.4 厘米，其敲击面的高点约为 44.1 厘米、低点约为 33 厘米。下层二组的钟梁高度为 138 厘米，其敲击面的高点约为 50 厘米、低点约为 33 厘米。倾角为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。曾侯乙编钟的撞钟棒

保存完好，长 215、径 6.6 厘米，在其中段有长 36 厘米稍细的部分为演奏者把持。不过对比彩漆鸳鸯形盒的“撞钟图”，这段把握区段在比例上似乎还小了点。

西室陪葬女性的身高在 141.8 ~ 161 厘米之间。身高矮小的女性的肩部高度大约为 120 左右，撞钟棒的握持处到底端就有 107.5 厘米，下层一组大钟的高点为 50 厘米。显然，身高矮小的女性演奏大钟，如果要保持与敲击面垂直撞击编钟，需要双手举起撞钟棒来演奏，作为一个常用演奏技术来讲是不可理解的。推测大钟的演奏者应该是身高较高的女性或男性来持棒演奏的。



图 8-50 下层大钟悬挂方式



图 8-51 中层一组悬挂方式



图 8-52 中层二组悬挂方式

中层一组的钟梁高约 226 厘米，其敲击面的最高点为 182 厘米、最低点约为 165 厘米。中层二、三组的钟梁高约 215 厘米，其敲击面的最高点为 171 厘米、最低点约为 148 厘米。倾角约 15 度左右。可见，中层的大部分敲击点都已经高过了西室陪葬女性的头部，这些女性在没有台垫的情况下，演奏曾侯乙编钟必须双手举槌击奏。在这种情形下，过顶击奏是一般常规性的演奏技术，并且显然有可能出现盲击，圆头槌很难保证力度方向与敲击面垂直。正因为如此，曾侯乙编钟的钟槌被设计成了丁字形，槌柄长约 58.5 厘米，槌长 22.2 厘米。这种丁字形的钟槌，能够很好地把击奏力的方向垂直作用于敲击点。

上层一组的钟梁高度约为 273 厘米，其敲击面的最高点约为 248 厘米、最低点约为 242 厘米。上层二、三组的钟梁高约 265 厘米，其敲击面的最高点约为 242 厘米、最低点约为 220 厘米。上层的全部敲击点都已经高过了西室陪葬女性的头部。这些女性即便是手持钟槌末端，加上这槌柄的有效长度，也不能完全达到并击中上层编钟的敲击点。

显然这种情形已经不是演奏技术问题，而是上层编钟是否为用于演奏的问题，属功能问题。上层编钟均为钮钟形式，从铭文上看只刻有六个阳律名称并错金；从测音分析结果看至少与中下层编钟不同“均”。根据中层一组改制钟梁的痕迹来观察，中层一组被填堵的榫眼显示其原本是用来悬挂钮钟。经综合分析可推得，为了保持中层钟形的一致性，把原本悬挂于中层的钮钟挪动到了第三层，可见第三层是后来增加的。三层两面的编钟悬挂方式，或不是曾侯乙生前使用的悬挂格局。（参见乐宫篇第一章第五节）

曾侯乙编钟的中层部分，音区适中、音律齐全，是相对重要的演奏区域。其中层三个组的区间宽度分别为 335、326、316 厘米，根据双臂平举伸展的长度

相当于身高的原理，西室陪葬女性的双臂平举伸展的长度应在 141.8 ~ 161 厘米之间。经比较得知中层三个组的区间宽度大大超过一般女性的双臂平举伸展的长度。根据前面的分析，这些女性在演奏中层编钟时，过顶击奏是一般常规性的演奏技术。在此情形下，双臂平举伸展是不可能出现的，只能做到有限伸展。这样的演奏方式可能出现几种情况，一是演奏员需要挪步移位；二是每组演奏员可能不止一位；还有一种可能的情况是，每组由多名演奏员按区域分工演奏，同时有交换挪步移位的动作。下层大钟的演奏有相似的情形，由于是每个撞击动作只能完成一个音的演奏，移位演奏不可避免，因此是其基本的演奏技术。

经过上述分析，曾侯乙编钟的演奏情景逐渐清晰。双手过顶击奏、双臂有限伸展、移动脚步以及交换挪动步伐，都是最为基本的演奏法。那些演奏钟磬的女性在演奏中自然流露的身体、四肢的动作变化即“身段”。“身段”变化的同时，往往须有下肢动作的配合，下肢的挪动产生了“步法”。在身段与步法的密切配合下，编钟演奏成为一种挥槌击钟的舞蹈。正如多幅春秋战国时期有关乐舞表演的图像中的一样，有向上伸展的、有收腹下蹲的，还有翘臀、挺胸、昂首呈“三道弯”的诸多形式的美丽舞姿。（见图 8-53 ~ 图 8-55）

当音乐化入生动的形象之中，听觉与视觉的感受自然就统一在铿锵之间。当那些美丽的女性被错落有致地分列在前后位置上，增加了表演空间的纵深感。较之单人演奏的情形来说有很大的不同，从视觉上是一个根本性的改变。曾侯乙编钟的演奏者，均为 13 ~ 26 岁的妙龄女性，在表演的时候似乎还带有动物的面具。她们挥舞钟槌之间，舞影挪移，兽角流闪。在庄严肃穆的簌簌之间，美好的舞姿呼应着美好的钟声，心随灵魂而动。灵动与神圣的交集产生了一种非同寻常的崇高之美，这正是先秦乐舞艺术的精妙所在。

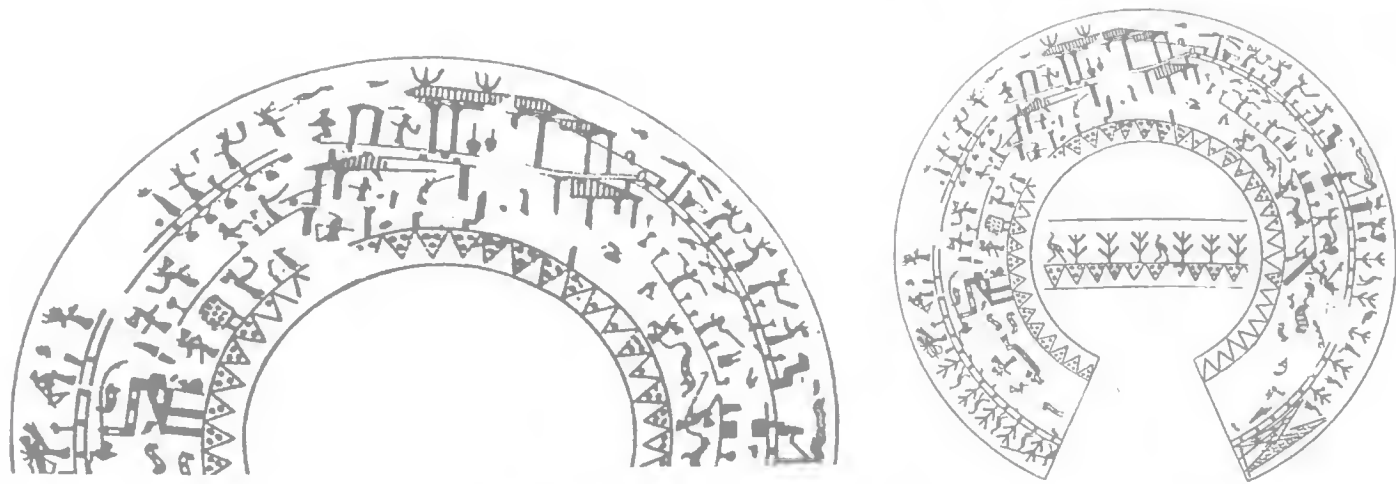


图 8-53 战国水陆攻战纹铜鉴（台北中央研究院藏）上立姿过顶击钟磬的形象

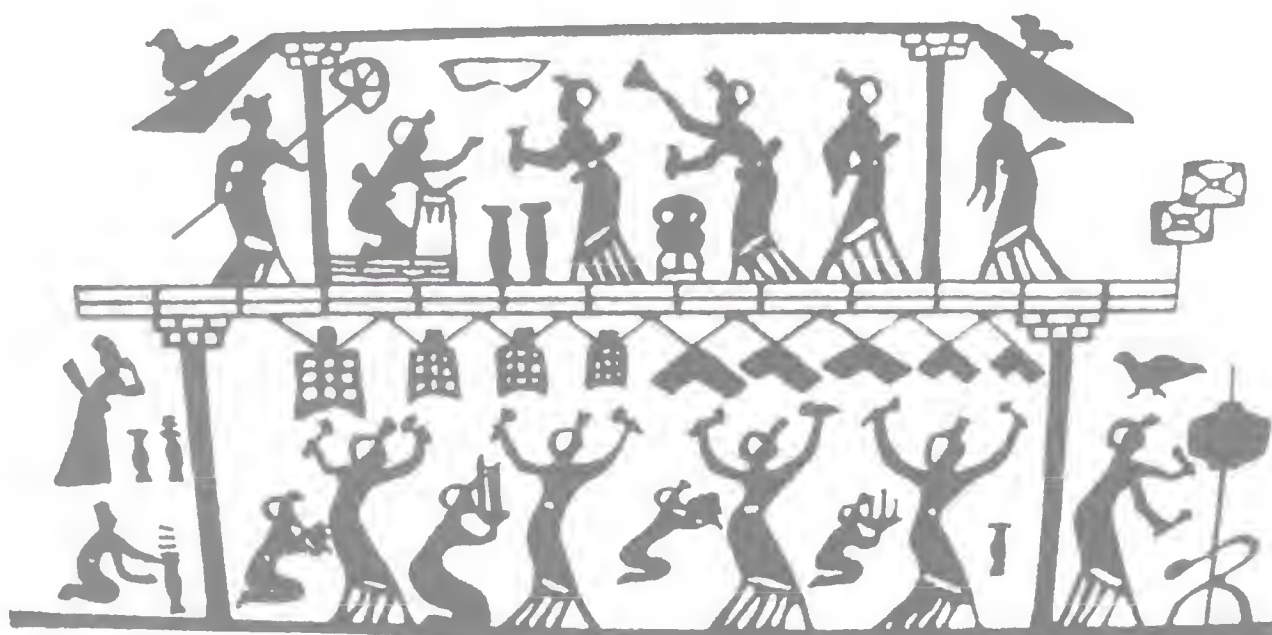


图 8-54 战国宴乐射猎攻战纹铜壶（成都百花潭出土）上的乐舞表演形象

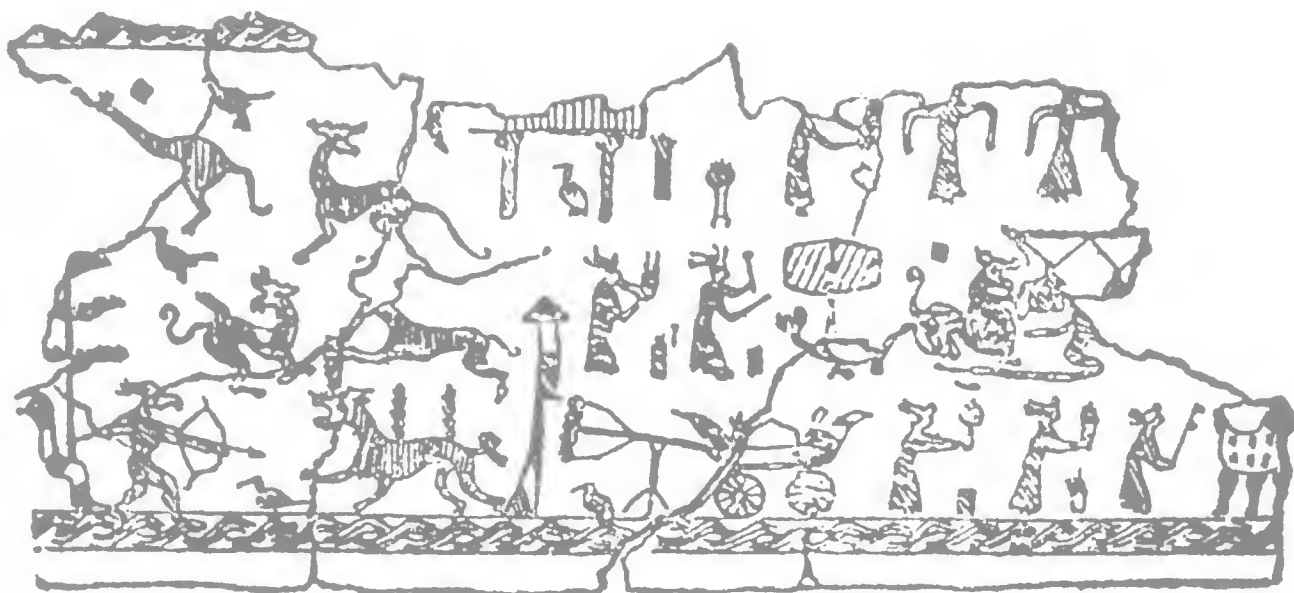


图 8-55 战国乐舞狩猎图铜壶（辉县琉璃阁出土）上的钟鼓宴乐图

第六章 重建曾侯乙编钟的音乐

第一节 演奏法的复原和探索

曾侯乙生活的公元前 5 世纪属于所谓“孔子的时代”，那时的中国已经形成了内容丰富形式多样的备受精英推崇的音乐文化，人们一直认为这一时期的中国音乐在数百年间处于当时的世界领先地位，其音乐的基本特点在后世多有记述和研究。乐舞是音乐、舞蹈、诗歌三位一体的表演艺术形式，是礼乐艺术最重要的呈现方式，正像曾侯乙墓乐器组合显示的那样。客观地讲，让曾侯乙编钟演奏它曾经演奏过的音乐是不可能的。但是人们还是希望寻着这些特点，“重建”曾侯乙编钟的音乐。

幸运的是音乐考古材料尤其是近年来的考古新发现，有助于我们深入了解编钟和勾画编钟的演奏技术史。通过许多实验考古实例，使我们能够一步步复原编钟的演奏艺术，发掘用于演奏曾侯乙编钟的各种可能的演奏法。

简而言之，编钟演奏法与编钟本身的发展密切相关。铙是编钟发展过程中非常重要的环节，“植而奏之”是其基本的演奏形态。所谓“植而奏之”，就是将钟把（甬把）朝下固定在本桩上，用工具敲击朝上的钟口。从人体工程学的角度来观察，如果演奏者取立姿演奏，只有当钟口达到一定的高度，钟槌才能有合适的角度作用于钟口。显然立姿演奏不适合“植而奏之”，

演奏者取跪姿是必然的选择。早期的铙是单件设置的，商代的时候编铙开始出现，河南安阳大司空村 663 号墓出土有 3 件铙的组合。这里铙的功能显然还不是用来演奏旋律的，其作用主要在于支撑乐曲骨架，如何得到纯粹的有质感的青铜音响，是根本的需要。寻找敲击点并准确地击打它，是最为基本的演奏技巧。由于跪姿限制了演奏者运槌的幅度，所以当更多的铙加入到编列中的时候，只有借助上身的活动才能保持运槌的灵活性，从而有效激发。上身的活动产生了一种随槌而舞的“身段”效果。当编列朝音区的两极发展，低音铙增大到无法“植奏”时，“植奏”也就改为“悬奏”，铙转变为甬，通常意义的编钟就出现了。与商代相比，周代形成了以地位为序、以钟磬为标尺的乐队序列，不同地位的人上享用不同规模的乐队。早期由于编钟制造技术的局限，悬挂形式相对低矮，比较适合采用跪姿演奏。后来随着编钟制造技术的提高，各级别的编钟及悬挂方式朝大型化发展，形式向多面多层发展，自然多取立姿演奏。可见，演奏方式与生产技术和制度的发展息息相关。（见图 8-56）

演奏工具的质地和形式深刻地影响着编钟演奏法，是决定编钟演奏艺术的重要方面。古人有过一些议论，并用以议政。如“夫以箚撞钟，以箚击鼓，不

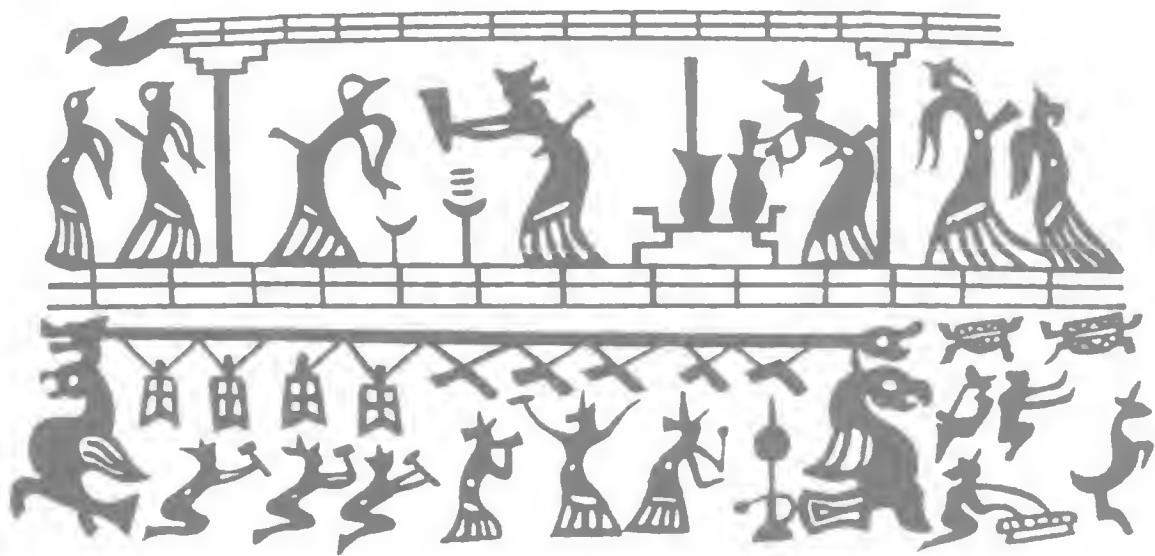


图 8-56 战国燕乐水陆攻战纹错银铜壶（藏故宫博物院）中跪姿、立姿混合使用击奏钟磬的形象

能鸣者，所用撞击者，小也。”（《论衡·感虚篇》）：“建天下之鸣钟，撞之以筵，岂能发其音哉？”（《说苑》）：“万石之钟不以筵撞起音”（《三国志》）。意思是说，要使钟发出正常的音色，要求工具的重量、表面硬度、运行的角度和力度应与钟相适宜。与曾侯乙编钟一起出土的撞钟棒是较长的圆木棒，两端经修削外形接近多棱柱体，中部略微内收方便把握。制作非常精美，通体黑漆为地，除中部把握的部分外，其他地方都用朱漆绘制绚纹、三角雷纹等纹饰。据彩漆鸳鸯盒上的“撞钟击磬图”可知是用来演奏下层大钟的。经研究试奏证实，下层大钟若不用这样的长木棒撞击，就难以激发整个钟体的共振，也就无法得到理想的音响效果。钟槌是一种“T”形的木槌，槌短柄长。槌部接近八棱柱体，槌面平整。槌柄下部把握处较粗，末端较细。钟槌同样制作精美，通体以黑漆为地，用朱、黄两色相间施一组组的绚纹、三角雷纹等纹饰。

实验表明，钟槌适合演奏铣长不超过 46 厘米的中、小型编钟。钟棒适合演奏人型编钟。钟槌、钟棒的制作木料以韧性好、硬度高、弹性适中为上品。因为韧性好不易折断，硬度高的击奏起来灵敏有力，弹性适中有利于与钟面的接触，消除杂音。曾侯乙编钟钟槌、钟棒选用的是榉木，钟槌的长度约为 62 厘米、钟棒的长度约为 215 厘米。执握钟槌的正确方法是，将槌柄在距离柄尾 20 厘米左右处把握于虎口间，各指用力均匀。敲击时双臂、手腕自然放松，两手手心相对，钟槌槌头垂直正对编钟的演奏面。钟棒一般可分为三个部分，即上、下端和腰。演奏中，腰部用于演奏者执握，下端作用于钟的演奏面。执握钟棒的正确方法是，双手相对抓握住钟棒的腰部，各指用力均匀。敲击时双臂自然放松，下端垂直正对编钟的演奏面。在演奏实践中，槌、棒的执握方式可能有微小的

变化。这种变化可能来自下意识，或者是由演奏中的运动造成的。但是无论是哪一种原因，都不得有损其应有的速度、力度、节奏和音色。

钟槌对钟声的影响主要在音色方面。演奏中钟槌对钟体的作用过程不是一个简单的过程。钟槌受重力加速度的影响，其运动方向原本是垂直向下的，当被演奏者施加的力量改变后向着钟面的方向运行（这一点与现代乐队的打击乐器的演奏不同）并撞击钟体，瞬间被钟体的反作用力弹回，发音过程完成。钟体的反作用力与其振幅成正比，并影响到分频的振动。其实在这个过程中的每一种力量，都会影响到钟体发音的力度和音色。

钟槌的重力取决于钟槌的质量，与演奏者无关。质量的大小表现为重量和密度（也就是硬度）的不同。不同的质量产生不同的音色，为了追求不同的音色可以使用不同质量的钟槌。软槌头传递力量的速度慢，音色柔美；硬槌头则相反。槌身的物理属性与槌头一样。在制作时，两者的物理属性可以一致，也可以不一致。槌头的形状，同样是一个重要的因素。小面积的槌头使激发力量集中而准确，减少了分频或噪音被激发的数量，保证了音色的纯净。大面积的槌头则相反。散点槌头，由于将敲击力量分散化解，在激发面增加的同时控制了音量，使音色丰富动听。槌柄是演奏者手臂的延伸。相对于演奏者的位置来说，随着音域的改变，槌柄与钟面平行作伸展与收缩的运动，演奏力矩被不断改变。力矩是影响钟槌方向和敲击力度的主要因素，适宜的力矩，决定演奏的灵敏度和准确性。适宜的槌柄长度可以控制力矩的变化幅度，使演奏更灵敏、更准确。质地不同的槌柄在传递力度时的情形不同，使用软硬不同的槌柄，也可以改变音色。

钟槌的槌头、槌身、槌柄的质量都可以根据不同的要求进行改变,以获得既定的艺术目的。这一点古人早已有认识,《淮南子·语山训》:“击钟磬者,必以濡木。”“濡木”即用水浸润过的木头,被认为是一种刚柔相济的材料,用它制作演奏工具,符合古代礼乐里中庸和谐的美学追求。

对演奏部位(敲击点)的不同选择,钟声的效果会很不一样。编钟的钟腔是合瓦体,其敲击部位不像通常所见的圆钟那样,在接近口沿的任意部位都可以激发起它固有的频率。因为钟体的对称性,围绕钟体鼓部敲击,在两面(正、反面)的正鼓部、左鼓部、右鼓部等六处都可激发出乐音,并可分为两个基频:两面正鼓部的频率一致,为第一基频,称作正鼓音;两面的左、右鼓部的频率一致,为第二基频,称作侧鼓音。通过全息激光摄影观测,可以得知其正鼓音的激发点正好在侧鼓音的节线上,侧鼓音的激发点正好在正鼓音的节线上。这样双音共存一体,不会相互干扰。钟体受击后,同样的力度,激发点靠近钟口,音量较大,余音较长;若激发点向背离口沿的方向上移,音量就会渐弱,余音就会渐短。同样的力度,分别敲击正鼓音和侧鼓音,正鼓音音量较大,余音较长,侧鼓音音量较小,余音较短;绕钟体鼓部左右平行位移变化敲击点,激发正鼓音的区域较宽,激发侧鼓音的区域较窄。激发点正确时,音色较纯,当偏离正确敲击点时,往往会出现以激发音为主,并伴有另一频率的“和声”。

一、姿势与步法

演奏姿势的正确与否,在很大程度上影响着演奏者的演奏效果。在演奏时,演奏者的双眼应对准编钟的中央垂线。身体保持自然,两手可以自然地分左右、前后、上下运动。身体的重心在两腿之间。保持腰部的松弛,运转自如。切忌耸肩、驼背;切忌四肢紧张和僵化。基本范围的演奏姿势:面向钟体,微微张开的左右肘间的距离,是演奏编钟的基本范围。主要运用手腕的力度敲击钟面的发音点。伸缩范围的演奏姿势:面向钟体,伸展手臂的左右两掌间距(除开基本范围),是演奏编钟的伸缩范围。除使用手腕力量外,还要增加手掌的力量。

在演奏范围超出了伸缩范围需要移动身体时,要使用步法。主要有四种:

1. 侧出步:移动与音区转移方向相同的脚,人体

关于敲击部位的认识,古人早已有之,曾侯乙编钟上以铭文和纹饰已经标示清楚,正鼓音的敲击点在钟体正中的近口沿处,侧鼓音的敲击点距钟口较远,比正鼓音敲击点更近于钟体的钲部。由于某些技术性问题,钟体的敲击点也会出现偏移。如曾侯乙编钟主奏旋律的中层甬钟,音域自G3~C7。其中,属最高音(正鼓音A6、侧鼓音C7)的两件钟,侧鼓音的激发部位已向侧鼓部的上方偏移,最低音(正鼓音G3、侧鼓音B3)一件钟,侧鼓音的激发部位也向上偏移。所以,编钟的敲击部位在普遍规律之外,有时还要因个别钟的实际情况而定。以传统敲击部位为基础,可以根据钟的振动特点和音乐表现的需要,有机地改变敲击点,在音量控制和音色变化上寻找理想的效果。

演奏工具和钟体的敲击点的选择,共同影响钟声的效果。随着钟体大小的变化,其有效面积和部位也发生改变。钟槌一定要适应这种变化。观察曾侯乙编钟的钟槌发现,用于演奏中层编钟的钟槌最适合演奏中层编钟的中间音区,演奏高音区和低音区已不太适应。这是古人面对这套音区宽广的编钟所采取的折中办法。

曾侯乙编钟出土以来,有不少艺术家参加了编钟复制件的演奏活动。为了保持曾侯乙编钟出土时的形式,兼顾演奏钮钟,在钟架的外侧增加约40厘米左右高度的演奏台。他们在这些活动中不断探索,总结出了一些很有特色的演奏方法。(见图8-57)

重心相应转移,这种步法适宜临时音区转移时的演奏。

2. 侧移步:移动与音区转移方向相同的脚,人体重心相应移动,另一只脚随后同向移动,这种步法适宜音区整体转移时的演奏。

3. 错步:在音区转移需要时,左右脚交叉移动,人体重心相应移动,这种步法适宜音区部分转移时的演奏。

4. 碎步:在音区转移需要时,左右脚快速交叉移动,人体重心相应移动,这种步法适宜音区上下转移时,如快速走动的演奏。

编钟演奏不仅仅是一种器乐演奏表演,它还是一种仪式的程式和舞蹈表演。编钟演奏是动态的,要求有姿态美。编钟演奏时的姿态美是由所演奏的音乐本身所决定的,而不是专门的为舞而舞。



图 8-57 湖北省博物馆编钟乐团练习击奏编钟的情景



图 8-58 使用撞钟棒击奏下层甬钟

二、钟棒击法

撞钟棒主要用于演奏大钟。演奏方法虽然简单，但由于大钟体量大，敲击点难于掌握，演奏技巧却要高得多。基本要领是，当敲击大钟后钟棒应该马上收回，不至于使音响含糊不清。有力而松弛地撞击，会使音响有力、丰满，节奏鲜明。如需要加强的重音，

可以提起钟棒，迅速送出来敲击大钟，而后立即松开。这样，钟棒的重量就会加强重音的音量。结实、有力、绵长的声音才是正确的大钟声。另外，这样的演奏方法便于演奏相对快速的节奏型。（见图8-58）

三、钟槌击法

钟槌主要是用来演奏中、小型编钟的。中、小型的编钟表现力很丰富，轻重缓急掌握得好，各种效果才能很好地发挥。中、小型钟的钟面各部分被敲击后能发出不同的音量、音色。传统的演奏方式主要是针对正鼓和侧鼓音的敲击。一般来说这两个位置的音色明亮、音量较大、声音清晰，准确的敲击可以有效控制其音质属性。（见图8-59）

一般有下列几种主要的击法：

1. 单击：用单槌演奏单音。要领就是准确地记忆并敲在敲击点上。

2. 双击：双击通常有三种情况。一是双手同时敲击一个音，这样的击法主要是为了加强重音。二是双手在同时敲击一个音的时候有一个时间差，如同一个倚音的介入。这种方法用得好很有气势。三是有点像是慢速的双轮滚奏，这种被称为双击的奏法一般在练习中有所见到，而实际使用中较少见。后两种也可以用于同时演奏正、侧鼓音。需要注意的是敲击点的位置，双击时其中一点在单击点，另一点在单击点的纵向直线上，与单击点相邻。

3. 轮击：双槌轮流击发，击发点与双击点相同。

4. 双鼓轮击：侧鼓以正鼓为中线被纵向分隔为对称的两个面，可以被击发出两个相同的音高，因此，侧鼓音的轮击可以采取对左右鼓的轮击。

5. 双鼓颤击：有些较大的钟体，钟槌可以深入腔内，击奏前后正鼓部，可以产生与“双鼓轮击”相似的效果。在击奏中应注意：

（1）敲击瞬间尽可能短，确保敲击点正确，减少噪音干扰；

（2）腕力的运力要集中，要有“点”的感觉；

（3）轮击要均匀，注意“线”的起落关系。

6. 滚奏：是双槌很快地轮番敲击同一钟的同一

发音部位的技巧。滚奏需要双手用力均匀，速度快而均衡。作为高水平的滚奏，是用连续点奏的方法来完成的。编钟的滚奏能形成丰富的泛音层次。

7. 错槌：就是左右手交叉地敲击编钟的演奏技术，常用于有隐伏声部的音乐片段的演奏中。在演奏单旋律时也会用到错槌技术，就像钢琴穿指一样，可形象地称为“穿槌”。在有些段落里，起槌时的“穿槌”还要与步伐和谐，这时需要提前编排好。另外，因为姿态美的需要，也经常用到错槌技术。



图 8-59 使用钟槌击奏中层甬钟

四、力度控制

使用钟槌击钟，力度动作是由臂、肘、腕共同控制的。由大臂传送给小臂，并由手腕集中于吃力点上。具体来说，当执着钟槌的手伸向某一钟时，手臂应自然地略向上抬，手腕关节放松。当弱击时，是以手腕运动为主，即以腕关节为轴心，迅速而轻巧地落下钟槌。在强击时，单用手腕的力度是不够的。因此必须辅以小臂乃至大臂的有力挥动，以达到要求的力度。

撞钟棒击奏时的力度改变的幅度很大，其效果也是由手腕和小臂、大臂的配合达到的。大型钟体对弱的力度反映较为迟钝，经常会出现拍点上撞击的声音延迟出现的情况。强力度的钟声也有一个特点，那就是拍点上的钟声会很快衰减，而后渐强的情形。创作者和演奏者都应该对这些有足够的了解。

无论击钟是使用钟槌还是撞钟棒，从某种意义上说，音量并不完全是由用力的大小决定的。用一种僵硬的蛮力去狠击钟面，不一定会得到满意的强奏效果，

只会使其发出一片刺耳的噪声；反之，若把弱奏理解为“松弛”而使用一种无精打采的击钟方法，其结果一定是音色虚而不实，并感觉拖沓无力。所谓“功力”不是一朝一夕就能掌握的，在实践中应该正确理解力度，正确使用力度。

人们在编钟音乐编创中，对传统音乐的改编方法的研究、探索和实践的过程中，对编钟演奏技法的认识有了更多的心得。通过对编钟的演奏工具、音色组合的综合研究，结合演奏经验总结出“点描”“快速交击和滚动”等编钟演奏法，以及多种音色分类组合形式，提升编钟的艺术表现力。

编钟的演奏，不仅需靠人的四肢协调配合，更是需要用“心”体会四肢的存在。只有从“心”出发，用“心”来指挥四肢，才能摆脱被动，才能做到演奏时随“心”所欲。

第二节 乐器组合的乐队意识

从乐队构成来看，“钟鼓之乐”“金石之声”是先秦乐队的基础架构，所谓“钟鼓”“金石”正是先秦音乐形态的根本特征^[1]。曾侯乙墓的乐器组合，中室以钟、磬为核心，合125件组成了一个“钟鼓之乐”的乐队，主要演奏燕乐。东室则以笙、瑟为重点，合10件组成了一个“笙瑟之乐”的乐队，主要演奏“房中乐”。“金石之乐”，到周代已不仅用于祭祀，还广泛用于天子大飨群臣宾客的燕礼中，《周礼·春官》：“磬师掌教……燕乐之钟磬”，“钟鼓之乐”已风靡于王侯宫廷与庙堂，《墨子·三辩》：“昔诸侯倦于听治，息于钟鼓之乐”。“笙瑟之乐”比钟鼓之乐使用更普遍，是士大夫以上的阶层享用的音乐，《墨子·三辩》：“士大夫倦于听治，息于笙瑟之乐”。

在曾侯乙墓，曾侯乙编钟是整个乐队的重心所在，与编磬构成“金石”配置。65件编钟和32件编磬构成了这个庞大的乐队的基础，在这个基础上分布其他同种乐器配置，如笙、箫、建鼓、鼓、琴、瑟、篪，这些同种乐器配置（包括编钟、编磬）相互结构成各种不同乐器的配置，如“金石”“钟鼓”“笙瑟”“管弦”等多种配置，最后共同建构起这个庞大的乐队。

《国语·周语》中说“金石以动之，丝竹以行之，诗以道之，歌以咏之，匏以宣之，瓦以赞之，革木以节之”，意思是说，金石乐器是用来增加音乐的动力的，丝竹乐器是演奏旋律的，匏乐器是用来渲染气氛的等等。《诗经》中的“琴瑟交鼓”“钟磬齐鸣”“鸣篪吹笙”“笙磬同音”都是乐队精彩表演的描述。可见周代

[1] 沈冬：《先秦之声——文献与图像的初步观察》，《音乐的声响诠释与变迁论文集》，吉林：传艺中心，2005年，第236-250页。

的乐队在钟磬乐器的数量和性能方面增强的同时，还增强了乐器之间的合作，借以提高乐队的表现力。《楚辞·招魂》描绘楚国朝聘燕飨时“铿钟播簫”，直使“宫庭震惊”。《左传·成公十二年》载：“晋卻至如楚聘，且莅盟。楚子享之，子反相，为地室而县焉。卻至将登，金奏作于下，惊而走出。”正是乐队表现力的写照。

曾侯乙墓乐器组合的乐队意识非常明确，曾侯乙墓乐队的复原不仅仅是乐器组合的复原，而是对上述乐队意识的复原。这牵涉到乐器组合和配置、声部、音色、织体的组织方法等等。理解曾侯乙墓乐器组合的渊源，对各种乐器做乐器法的研究，是我们针对编钟编曲的重要依据、建立声部关系的技术前提，对重建曾侯乙编钟的音乐非常重要。

从乐器法的角度看，曾侯乙编钟是由八个部分组成，上层三组钮钟、中层三组甬钟、下层两组甬钟。上层钮钟由于不同“均”，很难与中、下层甬钟合奏，一般用于合奏的主要是中、下层甬钟。中层甬钟基本上在一个音区，核心部分和人声音区一致，多声部民歌的声部结合规律可以借鉴来为曾侯乙编钟作多声部编配。曾侯乙编钟中层甬钟的编排是同音区不同组的设计，可以独奏也可以合奏，意图很明显。它们在音色上有细微的差异，在方位上形成相位差。当编钟在中层的三个组作同度结合时，音色是混融的。由于一钟双音不可能同时做到双音修正值的差都为0，因此音高差异大的音，会影响到泛音的和谐，使曲调好像披上了一条丝带。做八度结合时，声部结合的空间感非常强。编钟本身有5个多八度的音域，自身可以作多重八度的结合。当三个组作三个八度的结合时，由于各钟双音润饰的响应不同步，形成的余音绕梁的效应最具感染力。一钟双音的设计，还使同度和八度的结合带上了一些三、六度结合的色彩，使这种空虚的结合变得虚实相济。同样基于一钟双音的设计，在演奏单旋律的时候平行音程的结合已包含其中。如果在其上下再增加一个平行声部，必须在力度上有相当好的控制才能确保效果。

就多声部和声的处理而言，曾侯乙编钟同样应遵循自然法则，和弦音的排列依照上密下疏中不空的原则。所不同的是，这些音的排列还可以有一种变化，即在相位上的变化。同样的和弦音可以分配给同音区的不同的组。这种变化就像交响乐队的弦乐组将和弦音分配给不同组分奏，如果在一个组内分配和弦音，则有些像齐奏。只是编钟的演奏不像交响乐队的那些

乐器演奏起来很灵活且比较容易统一速度和力度，恰好相反。因此，在安排编钟演奏和弦的时候尽可能简洁，因为这的确不是编钟所擅长的。

曾侯乙编钟的十二个半音是不相等的，决定了编钟在音高、音色、音程以及由此带来的旋律、和音上的特色。不仅编钟是这样，曾侯乙墓其他的乐器也同样如此。虽然不平均的十二律影响到编钟的转调的能力，但是其特有的韵味比起转调来说，艺术价值更大。了解双基频的音程关系，以及各基频的泛音状态很重要。比如，在创作和演奏中使用双音，应尽可能使用同一钟体上的两音，这样可以减轻拍频现象，避免拍频混乱叠加破坏和音效果。复原研究表明，相对于曾侯乙钟的标音体系以姑洗均为纲而言，编磬是以浊姑洗均为纲，也就是说，编磬的基本音级要比编钟低半个音。

曾侯乙墓乐队的其他乐器在音乐性能方面各有特色。编磬极有个性，音色穿透力强。但是当它与笙演奏同一旋律时，则显得轻巧温和，非常协调。这一点古人早就有所了解，所谓“笙磬同音”就是这个意思。瑟是曾侯乙墓乐队数量较多的乐器，这是为了与编钟在音量上求得平衡。瑟的表现力非常强，可以独奏，也可以群奏。瑟的声音没有筝响亮，缺少泛音的光泽，但是干净朴实，因此群奏的效果相当好，符合古人中庸和谐的美学追求。排箫和簫都是闭管乐器，虽然外形上有很大的差异，但二者在音色上特别融洽。由于二者演奏法不同，这种融洽统一并没有掩盖各自的特色。在独奏时，排箫的灵活、簫的自在都有很强的感染力，依然能够形成鲜明的对比效果。《诗经·周颂·有瞽》中的应、田、鞀、悬四种鼓在曾侯乙墓中均有发现，即扁鼓、建鼓、有柄鼓、悬鼓。这些各种各样的鼓，构成了曾侯乙墓乐队的的一个重要特色。这些鼓不仅在音色各有不同，更重要的是这些鼓的使用方式及演奏形式也各有特点。建鼓、扁鼓、有柄鼓用在宗庙乐队里，和编钟、编磬等配合使用，建鼓起控制乐队的作用，扁鼓和有柄鼓起支撑音乐骨架的作用，在适当的时候画龙点睛。悬鼓用在寝宫乐队里，与瑟、十弦琴、五弦琴、笙一起使用，它是寝宫乐队唯一的打击乐器。在这样一个充满温暖的宗教氛围或欢乐的后宫氛围里，它的性格应该是灵巧而欢快的。

考古发现证明乐队意识是先秦礼乐制度下的乐器组合发展到高峰结出的硕果。然而在先秦文论中这一意识并不明确。荀子在讨论乐器时讲到，鼓“大丽、

似天”，钟“统实、似地”，磬“廉制、似水”（《荀子·乐论》），讲的是这些乐器的声响特色与象征涵义。对演奏实践的讨论，诸如钟、磬之器在演奏中并不追求细微曲折的旋律，而着力于骨干音声响的强化；“金石以动之”与“丝竹以行之”相互配比，形成乐曲中的“骨肉”“实、虚”“阳、阴”的相对待，主题都是音乐美学的具体实践，是对声音、音响的抽象和概括，这是

一种“声响意思”^[1]。这说明在礼乐制度的大背景之下，乐器组合的目的主要是完成礼仪功能，即宗庙祭祀、朝会享宴，而这些场合必须以庄严肃穆神秘的声响引起观众的震撼和共鸣。正如曾侯乙墓的乐器组合除了“乐队意识”外，更有所谓的“声响意识”，两者双轨并行，完成了仪式功能的使命，也从而体现了先秦音乐文化的独特风格。

第三节 丰富多彩的艺术呈现

“传统是一条河流，”黄翔鹏讲，“古乐存在今乐中”。正如长江之水汇聚百川而成，就在东海入海口的浪花之中，一定有各拉丹冬的雪水和金沙江畔的溪流。他曾深情地咏叹道：“我更要千倍万倍地赞美华夏民族音乐传统的长江大河。她在我们世代休养生息的辽阔领土上激起过无数绚丽灿烂的浪花。她不择涓涓细流，百川归海那样地容纳吞吐着华夏各民族的汗水、血、泪以至沁入肺腑的湿润气息。她的深邃足以汲取异地远域的清泉而不变水质，她的乳汁哺育过我们多少祖先，还将在新时代中喷放不已。”^[2]黄翔鹏为今人对曾侯乙编钟音乐的追寻指出了方向。中国传统音乐是指中国人运用本民族固有方法、采取本民族固有形式创造的、具有本民族固有形态特征的音乐。运用传统音乐的研究成果，是重建曾侯乙编钟音乐的重要方法。

把握中国传统音乐的音调特征，其实就把握了编钟音乐的音调特征。从民歌音调的稳定性、湖北民歌的音阶、曾侯乙编钟的音阶三方面的考察，曾侯乙编钟所反映出的音阶特征与传统音乐的相关特点吻合。^[3]湖北荆州民歌大小三度重叠的特性音调含有纯律因素，这种以五度为框架、三度为枢纽的民间音调是三度相生法对五度相生法的补充，恰与曾侯乙编钟的律制特点相吻合。民歌是我们“复原性”创作的音调源泉。

黄翔鹏《中国传统音乐一百八十调谱例集》就像一部中国传统音乐基因大全，让我们能够溯源而上去探触先秦音乐。传统音乐的调性手法如“旋宫”“犯调”及“变音阶”的运用，在曾侯乙编钟上有良好的基础。

童忠良将曾侯乙编钟乐律与欧洲乐律进行比较研究，揭示出中国古代编钟正、侧鼓音的三度关系与近代欧洲乐理和声中的中音关系相似；曾侯乙编钟建立在小三度重叠之上的调性安排与20世纪现代乐理极音关系的调性安排相同，并认为古今中外乐律的基本规律可能是融为一体的，它们同属纯律思维范畴，被一种自然法则的共同秩序所支配。童忠良还认为，曾侯乙编钟的乐学系统反映了一种特殊的双向思维模式，他将曾侯乙编钟乐律学体系概括为“（它）包括五个五度循环短链与七个三度循环系统，它们不仅各自循环往返，还共同组成更高一级的三度循环体系。”^[4]童忠良的这两项研究成果，都含有音乐创作理论的视角，因而对编钟音乐的重建有重要的借鉴意义。

郑荣达的研究，可谓独辟蹊径。他利用物理声学检测手段来研究曾侯乙编钟复制中有关“原设计音高”问题，同时探究编钟的声学特性、双音编钟的双基结合效应、双音编钟音位设计的逻辑思维等问题。他认为，曾侯乙编钟上层二、三组钮钟以无射均、黄钟商为主是楚音乐对曾国影响的有力见证，解开了“清乐

[1] 沈冬：《先秦之声——文献与图像的初步观察》，《音乐的声响诠释与变迁论文集》，京华：传艺中心，2005年，第236-250页。

[2] 黄翔鹏：《传统是一条河流》，北京：人民音乐出版社，1990年。

[3] 童忠良、郑荣达：《荆州民歌的一度重叠与纯律因素——兼论湖北民间音乐与曾侯乙编钟乐律的比较》，《黄钟》，1988年第1期。

[4] 童忠良：《中西乐学的对称结构——音乐形态研究方法的若干体会》，《黄钟》，2004年第1期。

以商为主”的历史疑团。^[1]“清乐以商为主”，成为后来确立“复原性”创作的比较重要的参照。

传统音乐的意蕴、古曲的意境是编钟音乐的编创者、作曲家的美学追求。如《楚商》（黄翔鹏、王原平编曲）来自于唐代古琴曲《离骚》；《金殿》、《瑞鹧鸪》（张翔编曲）、《竹枝词》（王原平编曲）等来自于古代筝谱和琴谱的研究。直接使用传统音乐的例子有《高山流水》、《梅花三弄》（赵毅编曲）。童忠良编配的《穆商商》，根据湖北民歌《双撇笋》音调编配，其调式与曾侯乙编钟重视“商”、强调“宫”，与宋代安陆出土的楚钟标音“穆商商”的“穆钟”及“侧煞”相合，可以认为是古乐存活于今乐的佐证。作曲家的多声音乐的声部结合的技术，一方面来自中国多声部民歌的启发。另一方面来自《弦索十三套》等传统乐队合奏的声部结合技术的影响，这些都是典型的中国式的声部结合关系。（见图 8-60）

由王原平和黄汛舫编配的《春江花月夜》，是一首较为成功的曲目。《淮南子·说山训》中说：“钟之与

磬也，近之则钟声充，远之则磬声彰。物固有近不若远，远不若近者。”《春江花月夜》的编配，正是抓住了钟、磬的这种特点。例如“江楼钟鼓”“洄澜拍岸”两段，突出钟的音响，“花影层叠”“渔舟唱晚”两段又突出磬的音响，大大加强了音乐的表现力，乐曲的意境得到深化，显得更为深远，风格更为古朴，韵味更为悠长。如何使编钟这种古老的乐器焕发新声，是更多的音乐家们探索的问题。他们对钟、磬以及它们与其他乐器组合时的配器技术进行了大量的实践，从钟、磬的独奏，钟磬古乐队，钟磬与小型的民族乐队，与大型民族管弦乐队的编配，直至钟磬与交响乐队的结合的配器技术都曾进行过深入探索，创作了大量的作品。在这些作品中《阳关三叠》（高鸿祥编配）是非常成功的。这是一首单纯的钟、磬合奏曲，根据古琴曲改编而成。作品采用复调手法编配，突现出钟、磬的纯粹音响。乐曲中几个乐段的结尾处半音和弦的运用，极富表现力，将原曲所蕴涵的“西出阳关无故人”的离别之情，表达得贴切、真挚、感人。（见图 8-61）



图 8-60 陈中申《河边春梦》赵毅《梅花三弄》编曲手稿



图 8-61 高鸿祥《阳关三叠》《龙的传人》的编曲手稿



图 8-62 王原平、黄汛舫创作的编钟编磬与民族乐队《九歌》总谱



图 8-63 台北李素真女士创作的《素心琴韵》曲集

[1] 郑荣达，试探先秦双音编钟的设计构想，黄钟，1988年第4期。

依曾侯乙编钟原件复制的编钟，在律高和律制上与交响乐队有很大的差距，在交响乐队里如何使用编钟，钟信明的《第一交响曲》做了首次尝试。作品以屈原《九歌》中的“国殇”“山鬼”“礼神”为题材，用三个乐章讴歌爱国激情，表现女神恋曲，反映人民习俗。作者为解决好钟磬与管弦乐乐器的音响平衡，在用钟磬创造交响乐方面进行了有益的探索。（见图 8-62）

诗词歌赋是博大精深的中华优秀传统文化的重要组成部分。台湾地区长期以来重视传统文化教育，其中采用歌颂吟唱诗词歌赋的方式来复原传统社会完成礼乐教化的功能，被认为是有价值的经验和做法而备受推崇，李素真就是其中的佼佼者，她为此创作了大量的古诗词音乐作品，结合钟、磬、鼓伴奏，试图向吟唱者以及听众传达传统文化之美，其大部分作品结集成《素心琴韵》。1998 年在赵廷箴文教基金会的支持下，与台北市立中山女子高级中学合作创作录制了《长安吟》。（见图 8-63）

上述作品有的依据可供参考的古代文献，运用编钟乐律研究成果，选取古老而保存完好的乐种或乐曲进行编创；有的运用编钟乐律研究的成果，采用现存传统音乐特别是湖北民间音乐的旋律、音调进行改编或创作；也有的按现代作品体裁创作；还有则立意高古为复原传统而做的改编和创作。这对于全面探索“重建”曾侯乙编钟音乐的途径，具有重要的意义。

在人们探索重建曾侯乙编钟音乐的同时，表演形式也呈现多元化的局面。

博物馆音乐会是一种音乐演奏形式，以典型的乐器组合为依据，利用乐器复制件，遵循一定的主题，配合以适当的解说，传播传统音乐。博物馆音乐会其价值取向主要在于知识成体系地传播。湖北编钟乐团即湖北省博物馆编钟乐团，其编钟演奏活动一直定位在博物馆文物陈列的延伸和补充上，这种定位强调的是知识传播，带有鲜明的教育功能。这个乐团的历史可以追溯到曾侯乙墓发掘时的编钟演奏实验小组，是当今历史最长的编钟乐团。该团拥有复制的 65 件全套曾侯乙编钟、32 件全套曾侯乙磬以及瑟、笙、建鼓、排箫等多种古代乐器，将两千四百多年前宫廷歌舞盛况再现于当代艺术舞台之上。

博物馆式的演出形式经由湖北省博物馆广泛传播，成为曾侯乙编钟音乐表演的主要形式。除此之外，重在娱乐的旅游服务式的演出、重在审美兼顾娱乐的歌舞表演式的演出、重在审美兼顾教育的音乐厅式的演出，也逐步发展起来。旅游服务式的演出是在博物馆式的演出形式基础上，结合旅游服务的特点，发展起来的小型商业演出形式。这种形式最初是湖北省博物馆为接待国内外旅游团体开办的一项增值服务，到现在已经有 30 多年了。社会反响良好，现在已经成为湖北省旅游品牌中最靓丽的“名片”；经济效益显著，就 2011 年来讲，全年共完成演出场次 1500 余场，馆内接待观赏编钟演奏观众近 10 万人次，完成重要接待演出场次 80 余场，演奏收入 100 万余元。湖北省博物馆的这种演出形式被全国各地的旅游景点复制和借鉴，产生了不同规模各具特色的编钟古乐演出团体，

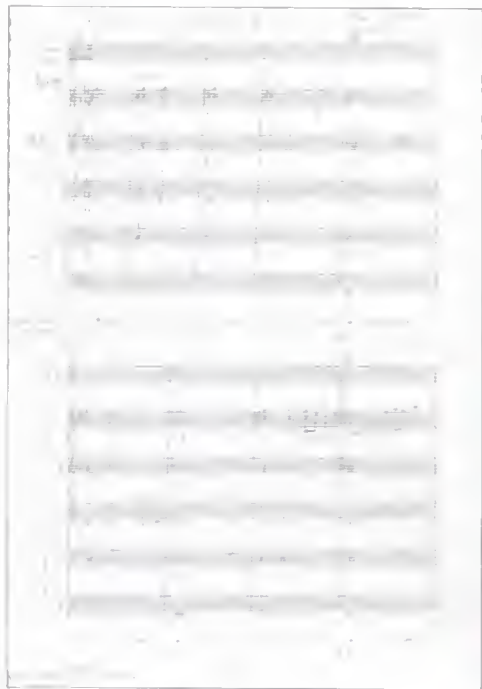


图 8-64 荷兰著名作曲家笛欧·卢万迪创作的《曾侯乙》手稿



图 8-65 笛欧·卢万迪（中）在排练他的编钟作品《曾侯乙》

使编钟古乐器的演奏具备了全国性的特点。这其中主要有珠海圆明新园的编钟乐团、北京大钟寺编钟演出队、武汉黄鹤楼编钟古乐团、武汉东湖楚天台古乐团、海口楚乐宫编钟演奏团，以雅俗共赏的节目内容，趣味横生的表演形式，博得了广大观众的喜爱，进一步催生了编钟古乐的演出市场。

上世纪 80 年代，湖北省歌剧舞剧院也开始酝酿如何创作一个相关题材的新节目。最初的创意是一个叫《古墓钟声》的舞剧，模仿《丝路花雨》的痕迹太重，在征求专家意见时，曾侯乙墓发掘主持人谭维四提出明确的反对意见，并建议把曾侯乙墓出土的全部乐器复制后搬上舞台。1983 年 8 月，该团推翻原稿，在湖北省博物馆的协助下运用编钟素材创作了一种全新的节目，即歌、乐、鼓、舞相结合的《编钟乐舞》，尝试重现古代楚人文化的古典歌舞。时之今日常演不衰，成为歌舞表演式的经典之作。

音乐厅式的演出主要有两种形式，一种是小型的室内乐性质的演出，一种是大型的与交响乐队合作的

演出。前者以湖北省博物馆编钟乐团在欧洲举办“中国曾侯乙编钟”音乐会（节目单附后）为代表。这个音乐会于 1995 年 9 月 25 日至 10 月 15 日在荷兰阿姆斯特丹热带剧院、比利时安特威普音乐厅举行了五场演出。音乐会上演奏的乐曲或根据传世古谱和新近翻译的古谱编曲，或用传统音乐素材及民歌音调编曲，展现了中国古代宫廷、贵族、士、民等不同社会阶层的音乐生活，描绘了祭祀、爱情、战争等先民生活中最为普遍的主题，是一台较为全面地诠释中国古代音乐文化的综合性音乐会。音乐会还演奏了荷兰著名作曲家范·卢万迪（Theo Loevendie）专门为曾侯乙编钟创作的作品，曲名就叫《曾侯乙》。（见图 8-64、图 8-65）

大型的音乐厅式的演出，以湖北编钟乐团的演出为代表。早先的湖北编钟乐团是湖北省博物馆和湖北艺术学院（今武汉音乐学院）合作成立的一个临时性的演出团体。双方首次联袂演出是在 1978 年底，当时会同湖北电影制片厂，用刚出土的曾侯乙编钟原钟

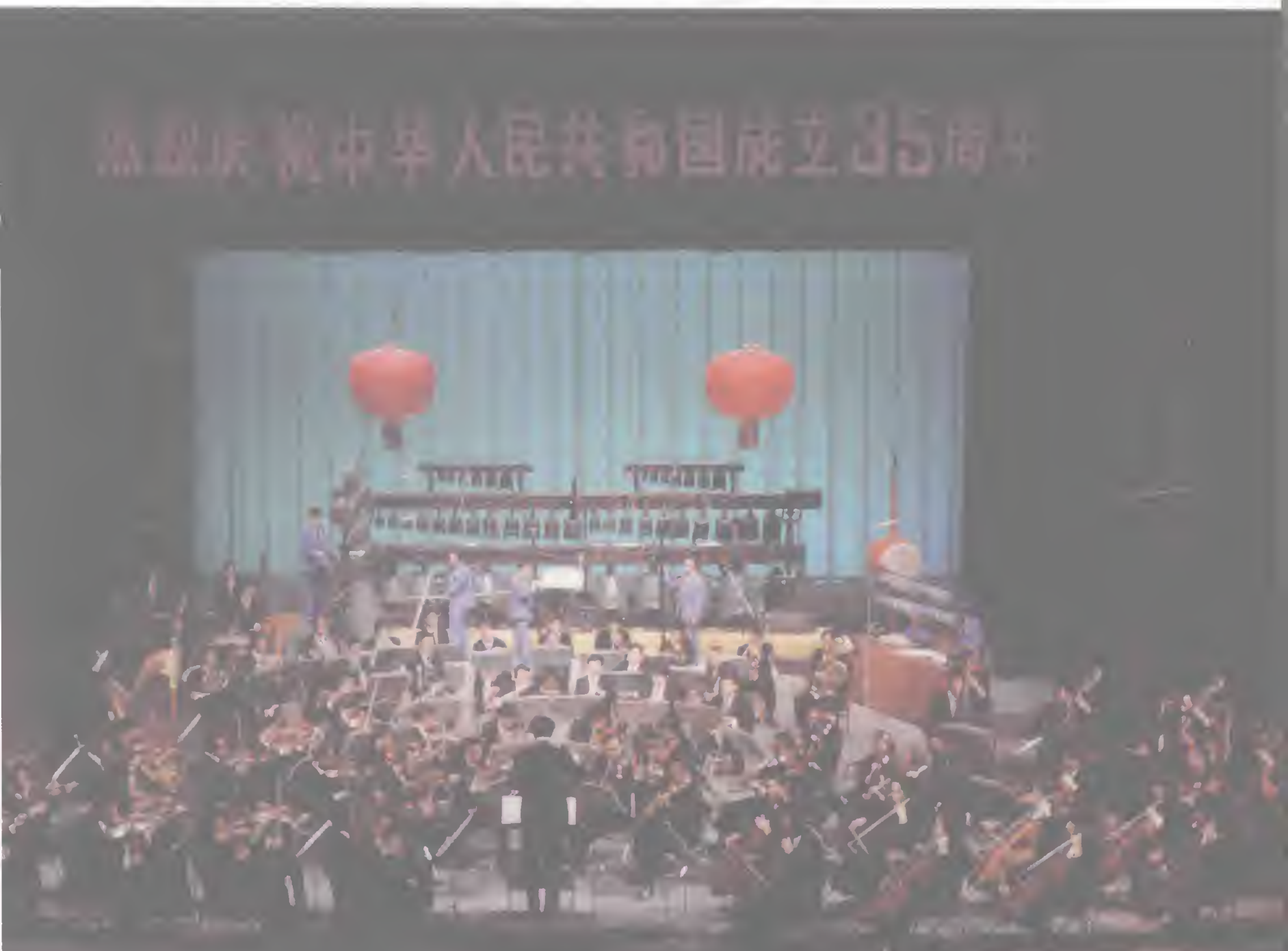


图 8-65 1984 年国庆 35 周年时湖北编钟乐团进京演出的场面

为纪录片《曾侯乙墓》编配并演奏乐曲，该片被送到联合国教科文组织，向世界各国发行，使沉睡了两千四百多年的曾侯乙编钟发出了第一声震惊世界的鸣响。1983年，双方合作走向深入，联合成立湖北编钟乐团，在国内外多次举办编钟音乐会，1984年国庆35周年的进京演出，是双方成功合作的典范。如今的湖北编钟乐团由湖北省博物馆主管。（见图8-66）

1996年，为迎接次年香港回归，作曲家谭盾应“香港各界庆祝回归委员会”特约，开始创作《交响曲1997：天·地·人》。为配合谭盾的这一作品在香港回归庆典上演出，谭盾在湖北编钟乐团的基础上成立了中华编钟乐团，乐团人员来自湖北省博物馆、武汉音乐学院和湖北省歌剧舞剧院。湖北省博物馆馆长舒之梅任乐团团长、武汉音乐学院院长章忠良任艺术总监。“编钟自1978年出土之后，我就为它迷惑，梦想

了19年。”谭盾说，“编钟在乐曲中象征着大地和历史，童声象征着天堂和未来，大提琴是一位叙事者，把大地与天堂联结在一起，把历史和未来联结在一起。”在谭盾的《交响曲1997：天·地·人》里，曾侯乙编钟的仪式性属性得以回归，重新获得了大国重器的身份，从而具有深厚的象征意义。（见图8-67～图8-69）

1997年7月1日，在香港会展中心举行的香港回归主权交接仪式上，由旅美华人作曲家谭盾指挥了来自湖北的中华编钟乐团、来自香港的亚洲青年交响乐团、香港叶氏儿童合唱团和出生在台湾成名于美国的华人大提琴家马友友共同演奏《交响曲1997：天·地·人》，中华编钟乐团随香港回归这一重大历史事件载入史册。该曲还于7月5日在北京人民大会堂演奏，同时全球发行唱片。



图8-67 1996年10月29日，作曲家谭盾（右一）参观曾侯乙编钟在与湖北省博物馆张翔（左二）、武汉音乐学院童忠良（左一）、蒋朗蟾（左三）的这次交谈中，谭盾首次提议香港回归庆典使用曾侯乙编钟原件或原声。



图8-68 作曲家谭盾在聆听编钟的声音



图8-69 谭盾指挥录制交响曲《交响曲1997：天·地·人》

这部作品由天、地、人三部分构成，全曲由三个部分十二个乐章构成。

1997年7月香港回归庆典后，谭盾和中华编钟乐团合作开始曾侯乙编钟全球巡演，重要场次有1998年3月美国林肯艺术中心（与纽约交响乐团合作）、1998年8月英国伦敦皇家阿伯特音乐厅（与伦敦交响乐团合作）、1998年10月美国波士顿音乐厅（与波士顿交响乐团合作）。此后还分别于1999年在美国圣迭戈、2004年在德国杜伊斯堡、2007年在奥地利萨尔茨堡上演。（见图8-70、图8-71）

此后，谭盾一直与湖北省博物馆保持长期合作。2008年，谭盾把编钟元素用在了北京奥运会的颁奖音乐之中。2011年10月1日晚，谭盾和湖北省博物馆编钟乐团再次合作，再一次在东京奏响编钟（前两次分别是1992年、1999年），由编钟演绎的埃尔加《威仪堂堂》进行曲情绪高昂，为第25届东京国际音乐节拉开了序幕。在为期一周的音乐节上，湖北省博物馆编钟乐团在完成开幕式首场演出后，还与著名舞蹈家黄豆豆一起为来自世界各地的音乐爱好者献上了多场编钟乐舞的专场演出。

这些年来，编钟，准确地说是曾侯乙编钟，已经成为海峡两岸人民共同信仰的中华文化符号。1997年11月，《湖北省博物馆藏品精华展》在台北鸿禧美术馆隆重开幕，湖北省博物馆编钟乐团与台北市立国乐团在国父纪念馆联合上演“千古绝响”音乐会，其中

演奏了王原平、黄汛舫创作的编钟编磬与民族乐队《九歌》，以及台湾作曲家王正平创作的编钟编磬与民族乐队《金钟玉磬钧天乐》，还演奏了陈中申编曲的《河边春梦》，这是一首在台湾家喻户晓的经典歌曲。次年，湖北省博物馆为台湾复制了一套曾侯乙编钟（即“曾侯乙编钟特别复制件”），并在台湾举办编钟演奏“种子营”，与台北市立国乐团联合举办编钟专场音乐会。此后，台北市立国乐团曾多次举办“千古钟声万里行——曾侯乙编钟音乐会”，演奏当代作曲家专为编钟量身定制的新曲“水鼓子”“钟鼓乐”和“龙”以及其他中国传统乐章。

2005年10月，由欧洲中国音乐研究“磬”（CHIME）基金会主办，湖北省博物馆在荷兰阿姆斯特丹热带剧院举办了《中国曾侯乙编钟特别展》，其间在热带剧院和比利时的安特卫普音乐学院音乐厅举行“中国曾侯乙编钟音乐会”。（见图8-72）德国作曲家老锣（Robert Zollitsch）正是在这次展演活动中认识了曾侯乙编钟。（见图8-73）



图 8-70 谭盾歌剧《门》中编钟部分的排练手稿



图 8-71 1999 年在美国圣迭戈露天广场演奏谭盾《交响曲 1997：天·地·人》

2013年9月13、14日，湖北歌舞剧院编钟乐团携曾侯乙编钟（仿制品）接连两晚在香港文化艺术中心音乐厅亮相，和香港中乐团一起上演了“编钟国乐声震四方”音乐会。在这场音乐会中首次亮相的新作，其中就包括德国作曲家老锣为编钟谱写的《钟乐和鸣》。“感觉特别震撼，没想到在2500年前，中国居然已经有这样精准的乐器！”老锣说，“对作曲家来说，让这样美妙而复杂的乐器在舞台上复活起来，是一个多大的诱惑！”

这场音乐会还首演了著名作曲家关迺忠创作的大型作品《盛世华章》，以编钟、管风琴合奏为音乐会收尾，执棒此次音乐会的著名指挥家阎惠昌，用“壮丽辉煌”来形容编钟和管风琴“共鸣”的效果：“古老编钟发出崭新的音响，编钟奏出丰富的和声，变幻着丰富的音色，亮丽灵动的高音钮钟，似人声哼鸣般的合唱音响，与古老的管子、竹笛、笙交织出如天籁般的音乐，让人耳目一新！”

随着中国在全球化大背景下的崛起，作为中国优秀传统文化的代表，曾侯乙编钟越来越成为一个国际化的话题。联合国音乐类非物质文化遗产评委、亚太民族音乐学会主席、韩国汉阳大学教授权五圣在“叶

家山曾国墓地考古国际学术研讨会”的致辞中讲道：“曾侯乙编钟所代表的成就是世界性的，它属于全人类。”

湖北省博物馆向外国音乐家开放学习编钟早已成为惯例，许多外国音乐家因热爱曾侯乙编钟而专程到湖北省博物馆“朝圣”，已经有德国、日本、韩国、美国、法国的音乐家来馆学习编钟演奏。2014年9月，英国音乐家阿伦·高希在湖北省博物馆开始学习编钟的音乐知识和演奏方法。阿伦·高希是爵士单簧管演奏家、作曲家、音乐剧导演，在当今国际爵士乐坛享有盛誉。他申请到中英文化交流项目“2014音乐家在中国”的资助，从英国来到武汉学习编钟音乐，并与湖北省博物馆的音乐家一起进行创作、演出。在此期间阿伦·高希学习了中国传统音乐，深入了解编钟的音乐性能，并为曾侯乙编钟创作了《雨之歌》和《摇篮曲》两首作品。阿伦·高希说：“第一次接触编钟，就被它的高低音转换所吸引，只需轻轻一碰，编钟就发出醇厚美妙的声音。”阿伦·高希进一步说道：“感觉编钟有很大的创作空间，并尝试将印度音乐和中国音乐融为一体。”这种音乐灵感使他一周创作出两首乐曲。他还希望能把编钟音乐带回英国，让英国听众感受中国传统音乐与西洋乐器融合之美（见图8-74）



图 8-72 工作人员正在组装编钟（摄于阿姆斯特丹热带剧院）



图 8-73 2005 年湖北省博物馆编钟乐团在安特卫普音乐厅举办“中国曾侯乙编钟音乐会”时的演奏场面



图 8-74 阿伦·高希（左三）参与演奏他创作的编钟作品《雨之歌》

附：编钟音乐乐谱六首

豆 叶 黄

选自【明】朱载堉《灵星小舞谱》
编曲 黄翔鹏

传说“灵星”管天下稼穡耕田之事，与曾侯乙墓出土衣箱所绘房宿类似。汉高祖刘邦曾令各地普建灵星祠，祭礼献舞。明代朱载堉在其所著《乐律全书》中载有灵星小舞谱四首，其中《豆叶黄》由儿童手持铎、铎之类的道具表演春种秋收，有编钟等伴奏。

中速

The musical score is written for Gongsheng Chorus (童声合唱), Gongsheng Group (童声一组), Gongsheng Trio (童声二组), Gongsheng Duo (童声三组), and Gongsheng Solo (童声独唱). The tempo is marked '中速' (Moderato). The score is in 2/4 time and features various musical notations including notes, rests, and dynamic markings such as *mf* (mezzo-forte) and *mp* (mezzo-piano). The score is divided into three systems, with measures 8 and 15 indicated at the beginning of the second and third systems respectively.

22

Sheet music for 'The Rose Tree' (No. 100). The score is written for four staves: Treble 1, Treble 2, Treble 3, and Bass. The key signature is one flat (B-flat). The melody is primarily in the Treble 3 staff, featuring a series of eighth and sixteenth notes. The Treble 1 and Treble 2 staves provide harmonic support with sustained notes and occasional melodic lines. The Bass staff provides a steady accompaniment with a repeating eighth-note pattern. The piece concludes with a final chord in the Treble 3 staff.

29

Sheet music for 'The Rose Tree' (No. 29). The score is written for five staves: Treble 1, Treble 2, Treble 3, Bass 1, and Bass 2. The key signature is one flat (B-flat), and the time signature is 4/4. The music features a melody in the Treble 3 staff, with accompaniment in the other staves. The melody consists of a series of eighth and sixteenth notes, with some measures containing rests. The accompaniment includes chords and single notes in the Treble 1, Treble 2, Bass 1, and Bass 2 staves.

36

38-53 反复记号

我 全 民 员

mp

mp

mp

43

Handwritten musical score for 'The Rose Tree'. The score is written on five staves. The first staff is a treble clef with a key signature of one flat (B-flat). The second staff is a treble clef with a key signature of one flat. The third staff is a treble clef with a key signature of one flat. The fourth staff is a treble clef with a key signature of one flat. The fifth staff is a bass clef with a key signature of one flat. The music is written in a simple, handwritten style. The first staff contains a melody with a treble clef and a key signature of one flat. The second staff contains a melody with a treble clef and a key signature of one flat. The third staff contains a melody with a treble clef and a key signature of one flat. The fourth staff contains a melody with a treble clef and a key signature of one flat. The fifth staff contains a melody with a bass clef and a key signature of one flat. The music is written in a simple, handwritten style.

50

乙 钟

57

息 商 且 而 次

64

食 飴 飴 飴 力 戎

71

diminuendo

rit

mp

rit

mp

p

p

p

p

普 庵 咒

改编自传统琴曲
编曲 黄翔鹏

普庵咒一曲早见于明末《三教同声琴谱》，琴曲的传世版本诸多。用编钟演奏，古刹闻禅的曲意得到深化，肃穆庄严的氛围得以进一步渲染。

慢速

中层 组 1

中层 组 2

中层 组 3

下层人钟

9

18

mf

mp

f

8va

26

mf

mf

34

mf

42

f

f

f

f

50

mf

mf

mf

mf

rit

rit

rit

f

f

f

竹 枝 词

选自【清】《和文注琴谱》（王迪译谱）
编曲 王原平

见于清初《东皋琴谱》（有日文注释的又叫《和文注琴谱》）收集了许多中国汉唐时期的琴歌，《竹枝词》就是其中的一首。“竹枝”是古代的一种民歌，因其歌尾常有“竹枝”“女儿”的伴合声而得名。唐以后文人多喜参与“竹枝”创作，《新唐书·刘禹锡传》称其“作竹枝词十余篇”。

♩ = 60

编磬

中层 组

中层 组

中层 组

下层大钟

6

10

14



System 14: Treble and Bass staves with various musical notations including eighth and sixteenth notes, rests, and bar lines.

19



System 19: Treble and Bass staves with various musical notations including eighth and sixteenth notes, rests, and bar lines.

24



System 24: Treble and Bass staves with various musical notations including eighth and sixteenth notes, rests, and bar lines.

28



System 28: Treble and Bass staves with various musical notations including eighth and sixteenth notes, rests, and bar lines. The system concludes with a double bar line and the word "rit" (ritardando) written above the staff.

7

(可选填)

mf

13

mp *mf*

mf *mf*

mp *mp* *mf*

mf *mf*

mf *mf*

mp *mp* *mf*

mf *mf*

mp *mf*

19

Page 19 of the musical score. It contains 12 staves of music. The notation includes various time signatures (4/4, 2/4, 3/4) and musical notes. The score is written in a Western musical notation style, with treble and bass clefs. The music appears to be a transcription of ancient Chinese bell music.

26

Page 26 of the musical score. It contains 12 staves of music. The notation includes various time signatures (4/4, 2/4, 3/4) and musical notes. The score is written in a Western musical notation style, with treble and bass clefs. The music appears to be a transcription of ancient Chinese bell music. Dynamic markings such as *mp* (mezzo-piano) and *mf* (mezzo-forte) are present throughout the score.

33

33

34

35

36

37

38

39

39

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

二十八宿图

作曲 张翔

人们将太阳在一年走过的轨迹划分成二十八个部分，即所谓“二十八宿”，古人据此把握农时和日常生活。曾侯乙墓出土的一件衣箱上，彩绘着一幅立春后的二十八宿图，表明曾侯乙非常重视民本。乐曲以立春风俗画式的描绘来表达先民与天地和谐观念。

I

$\text{♩} = 62$

上层组

中层组

下层组

上层三组

中层二组

下层人钟

编磬

mf

mf

mf

mf

mf

mf

9

mf

mf

18

f

p

f

p

f

p

f

p

II

自由地 $\text{♩} = 110$

上层组

中层组

下层组

下层大钟

编磬

p

mf

mp

7 $\text{♩} = 110$ I. 2.

mp

mf

f

f

14

14 15 16 17 18 19 20 21

mp *mf* *f* *mf* *f* *f*

22

22 23 24 25 26 27 28 29

mp *f* *mp* *f* *mp* *f* *mp* *f*

30

自由地

36

Tempo

曾侯乙

作曲 笛欧·卢万迪（荷兰）
(Theo Loevendie)

2005年9月，湖北省博物馆编钟乐团应邀在荷兰、比利时举办“中国曾侯乙编钟”音乐会。应主办方欧洲中国音乐研究“磬”（CHIME）基金会委约，荷兰作曲家笛欧·卢万迪为曾侯乙编钟、编磬创作了这首乐曲。作曲家说，乐曲表现了他想象中的古代东方君主的威严形象。

♩ = 46

编磬

中层 组

中层 二组

中层 三组

下层大钟

建鼓

5

mf *mp* *p*

mf *mp* *p*

mf *mp* *p*

mf *mp* *p*

mf *mp* *p*

10

14

18

22

ff f

3/4 3/4 3/4 3/4

26

diminuend
o

diminuend
o

diminuend
o

p p p p

3/4 3/4 3/4 3/4

30

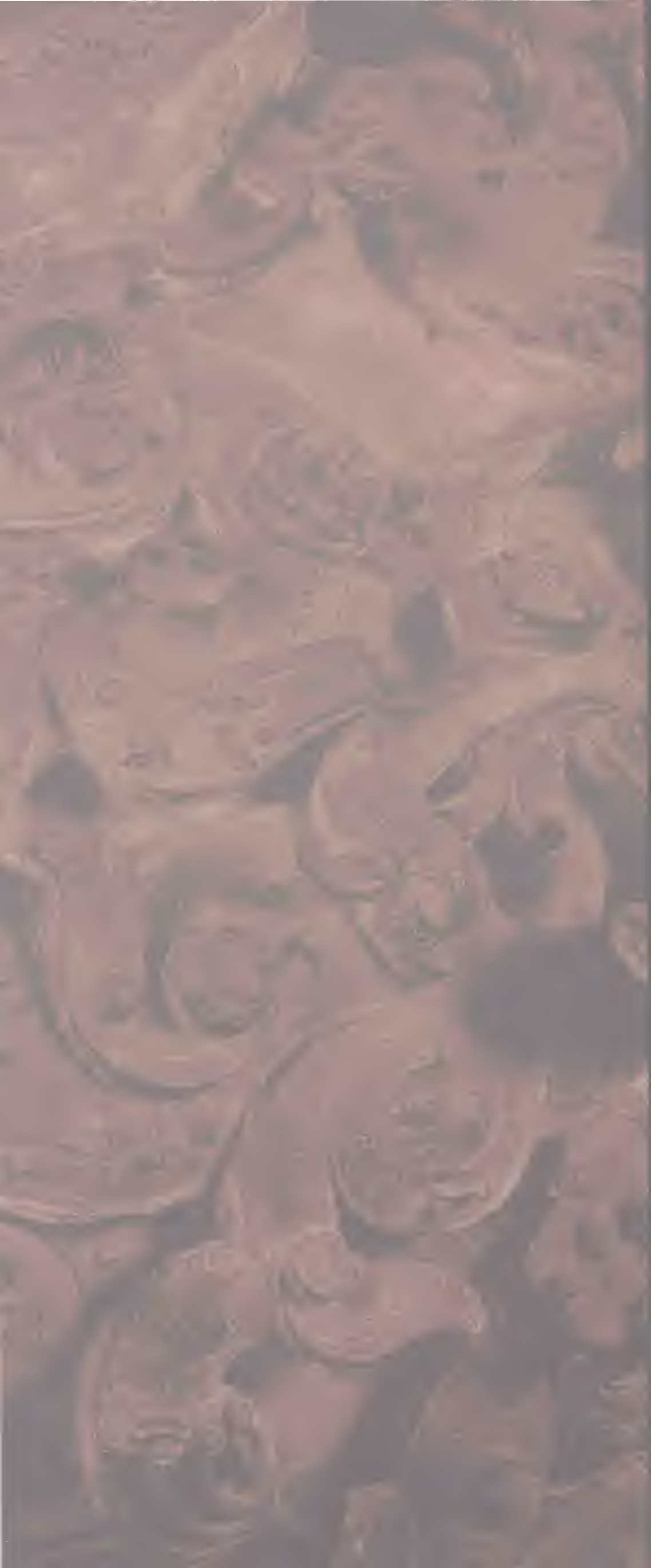
mf f ff

3/4 3/4 3/4 3/4

[illegible]

纹饰篇

曾侯乙编钟的装饰





曾侯乙编钟

在迄今发现的古代编钟中，曾侯乙编钟以其组合丰富、造型新颖、结构紧凑、纹饰华美著称于世，在中国古代艺术史上占有重要的地位。全套钟的装饰，有人、兽、龙、鸟、花和几何形纹，采用了圆雕、浮雕、阴刻、彩绘等多种技法，以红、黑、黄色与青铜本色

相映衬，显得庄重肃穆，精美壮观。整套编钟完美地将其听觉和视觉功能、实用和装饰功能、礼器和乐器的功能融为一体，充分体现了古代匠师高超的艺术创造和精湛的工艺技巧。

第一章 钟架的装饰

周代百官中，负责制作钟、磬、鼓架者，是梓人。在经世的梓人中，只有《庄子·外篇·达生》中的那篇脍炙人口的寓言，使我们知道了其中的一位具名者——梓庆，及其造簠（乐器架子的立柱）的故事：

“梓庆削木为簠。簠成，见者惊犹鬼神。鲁侯见而问焉，曰：‘子何术以为焉？’对曰：‘臣，工人，何术之有？虽然，有一焉。臣将为簠，未尝敢以耗气也，必齐以静心。齐三日，而不敢怀庆赏爵禄；齐五日，不敢怀非誉巧拙；齐七日，辄然忘吾有四肢形体也。当是时也，无公朝，其巧专而外骨消。然后入山林，观天性，形躯至矣，然后成见簠，然后加手焉；不然则已。则以天合天，器之所以疑神者，其是与！’”

簠，作为钟、磬、鼓等乐器架中的立柱，是立架乐器的重要组成部分。梓庆造簠，执著专一。他术有专攻，且在造簠前斋戒七日以静心，达到“忘名”“忘利”“忘我”，方才入山选材，使人的天性和物的天性紧密结合，“天人合一”，进而创造出鬼斧神工般的精品。

这“惊犹鬼神”的木簠，当然不是一根简单的木头柱子。拘于考古资料的匮乏，人们长期仅能凭借古文献中的只言片语揣度梓庆们的作品。

《周颂·有瞽》：“设业设簠，崇牙树羽。”

《礼记正义·明堂位》：“夏后氏之龙簠簠，殷之崇牙，周之璧翬。簠簠，所以县钟、磬也。横曰簠，饰之以鳞属；植曰簠，饰之以羸属、羽属。簠以大版为之，谓之业。殷又于龙上刻画之为重牙，以挂县絃也。周又画翬为翬，戴以璧，垂五采羽于其下，树于簠之角上，饰弥多也。”

《考工记》：“梓人为簠簠。天下之大兽五：脂者、膏者、羸者、羽者、鳞者。宗庙之事，脂者、膏者以为牲，羸者、羽者、鳞者以为簠簠。外骨、内骨，却行、仄行，连行、纡行，以脰鸣者，以注鸣者，以旁鸣者，以翼鸣者，以股鸣者，以胸鸣者，谓之小虫之属，以为雕琢。厚唇弇口，出目短耳，大胸耀后，大体短脰，若是者谓之羸属，恒有力而不能走，其声大而宏。有力而不能走，则于任重宜；大声而宏，则于钟宜。若是者以为钟簠，是故击其所县而由其簠鸣。锐喙决吻，数目顾脰，小体骞腹，若是者谓之羽属，恒无力而轻，其声清阳而远闻。无力而轻，则于任轻宜，其声清阳而远闻，则于磬宜。若是者以为磬簠，故击其所县而由其簠鸣。小首而长，转身而鸿，若是者谓之鳞属，以为簠。”

梓庆时期的钟架装饰，除了饰以羸属、羽属、鳞属之造型之外，还包括崇牙之形的刻画、璧翬之器的描绘、五彩羽葆的插树，弥为繁复，颇费匠心。

梓人根据乐器的综合功能，选择被赋予了多重涵义的动物形象为簠簠的装饰造型。梓人的选择，基于两个条件：力量和声音。力量（主要是承重力）不同的动物，承担不同的乐器或负重部位；音量（大或小）和音色（宏或清）不同的动物，装饰与之声音特点相适宜的乐器。体量大、能承重、声音大而洪亮、不善疾走的羸属动物与钟适宜，用来装饰钟架立柱；体量小、嘴尖、力弱而轻盈、声音清亮辽远的羽属动物与磬适宜，用来装饰磬架的立柱；头小体长又不会出声的鳞属，则雕刻在钟架和磬架的横梁上。

力量和稳重，是立柱的基本功能，亦即实用功能。音量和音色，是乐器性能的基本特征。梓人造簠，在不违立柱基本功能的基础上，着力其装饰功能与乐器基本特征的呼应。他们把整个器具的声、形要素，作为一个统一的形象进行设计，使可听的声音与可视的造型融为一体，从而使乐器的视听效果更加生动形象、富有情趣和感染力。让可视动物的造型及其可以想象的声音，与乐器的声音相适应，达成“击其所县而由其簠鸣”的意境。仿佛悬挂着的钟、磬之声由承载它们的动物立柱发出。

梓人对于这些装饰的具体刻画及其应达到的神情效果有着明确的要求：“凡攫网援簠之类，必深其爪，出其目，作其鳞之而。深其爪，出其目，作其鳞之而，则于抵必拨尔而怒。苟拨尔而怒，则于任重宜，且其匪色必似鸣矣。爪不深，目不出，鳞之而不作，则必颓尔如委矣。苟颓尔如委，则加任焉，则必如将废措，其匪色必似不鸣矣。”（《考工记·梓人》）（见图9-1）

梓人对钟架装饰的技术要求依然围绕着“似鸣”和“任重”。那些深爪、出目、振起鳞须与鬣毛的鱼龙蛟兽，以奋力承重和鸣叫的气势，是梓人通过对动物要害部位的把握和表现，营造钟架意象的深度创造和具体体现。其精当的总结和简明的表述，进一步诠释了钟、磬架装饰的原则和要领。

“击其所县而由其簠鸣”的装饰原则，以艺术造型之“实”及其所引起的想象之“虚”的结合，营造了

一种更为美妙的意象境界。一副本无生命的乐器架，由梓人的巧思，为人们提供了可以激发想象力的神游空间，成为实用与审美功能完美结合的声、形兼备的艺术品。这种形式与功能密切结合的装饰原则，对于今天的装饰设计和制作，仍具有重要的指导作用和教育意义。

簠簠的装饰，以形式与功能密切结合，还体现在它对于乐器价值的象征意义。钟、磬、鼓之类重要乐器，也是标志主人社会地位和身份的礼器。对其装饰的题材和观念，富有显示器具及其主人“地位”“身份”特定的暗示意义。对此，我们可以从汉代文学家扬雄的《甘泉赋》中，有所感悟。甘泉宫内的簠簠“金人伫伫其承钟簠兮，嵌岩岩其龙鳞，扬光曜之烜烜兮，乘景炎之烜烜，配帝居之县圃兮，象太一之威神”，高大勇壮的铜人立柱，承托着满饰龙纹的横梁，在火炬和烛光的照耀下闪烁着异彩……扬雄并没有渲染铿锵钟乐，仅对以钟架气势的寥寥几笔，便把那高高端坐的帝王衬托得如传说中的东皇太一一样威严。钟架的华丽装饰及其对主人威仪的衬托和帝王之器的表征作用，由此可见一斑。

就此而言，钟架的装饰艺术强化了编钟的价值：它不仅是一种物质财富、一种实用器具，而且具有社会政治功能，是一种权力、地位和威严的象征，是用以载“道”之“器”。这种与政治意识、伦理哲学相吻合的装饰观念，使钟架成为形式为内容服务、形式与内容结合的典范；成为闪烁着礼乐精神光彩的物化条件。



图9-1 中层铜圆柱柱座

代代梓人造就的钟架及其装饰，实用、华美而充满象征意义。而出自曾国梓人的曾侯乙编钟钟架，堪称其中一绝。

这套蔚为大观的钟架，不仅在造型和装饰上充分显现着梓人为簠簣的原则，更有超乎常规的创新妙笔。

曾侯乙钟簣，选用了万物之灵——人的造型。这是迄今所知以铜人为簣最早的，亦即仅存的实例。据文献记载，以人形为簣见于秦汉时期。秦王嬴政二十六年（前 221），收天下兵器，销铸为重各千石的十二个钟簣金人（《史记·秦始皇本纪》）。汉宣帝甘露元年（前 53），建章、未央、长乐宫里的钟簣铜人，因遍体长毛而“时以为美祥”（《汉书·郊祀志下》）。还有上文扬雄所述甘泉宫内“金人”。

曾国梓人以人为簣的创新装饰，依然遵循着表达承重、沉稳、似鸣的意向。六个钟簣铜人，在三层钟架中居于底层和中层最为重要的位置，每层三个，分别用头、手顶托着硕大厚重的横梁和悬在梁上的编钟。铜人的塑造近于写实，躯体各部分比例适当，服饰表现得相当逼真。铜人均头戴平顶圆冠，身着长袖上衣和曳地下裳，细腰紧束，左侧斜佩一铜剑，俨如忠实职守的武士；铜人面目清秀，直鼻薄唇，双目凝视前方，耳垂有穿系饰物的小孔，神态肃穆、安详。衣裳随人体铸就并加彩绘，紧身长袖的上衣裹覆着的结实上躯和肌肉健美的手臂；紧腰阔摆的下裳自然遮盖着下肢，并形成上细下粗的圆锥形柱体。武士的身体姿态、面目神情、服饰佩挂，都给人以沉稳自如，坚定有力之感，武士的职能和立柱的功能在此完全融合为一

体。当钟声响起，立于钟林的武士上下成对、左右成列，仿佛正在应和、吟唱。这奇妙精彩的场景，既是“击其所县而由其簣鸣”的具体体现，也是对当时流行的“歌钟”“行钟”之名的形象诠释。（见图 9-2、图 9-3）



图 9-2 下层钟簣铜人





图 9-3 曾侯乙编钟全景

十分有趣的是，曾国梓人在以人为簋的同时，并没有完全摒弃对羸属动物的使用。这些生灵，虽没有直接作为钟簋的化身，但仍被置于钟簋的附属部位。在钟架长架中部、下层铜圆柱的柱座和上层铜圆柱的柱托上，各有一对怪兽，隔着下层横梁相对峙，两对怪兽均为圆雕彩绘，其形态完全是“厚唇鼻口，出口短耳，大胸耀后，大体短胫”的生动写照；其刻画也全然符合“深其爪，出其目”的精到表现。（参见本篇图9-1）更为典型的是，与编钟配套的编磬之簋，一对集多种动物特征为一身的怪兽，活灵活现地表现了羸属动物的造型特点，直观地展示了梓人为簋的形象表征和表现需求（参见乐宫篇第二章图4-100）。此外，同墓所出的鸳鸯形漆木盒上的“撞钟图”（参见钟乐篇第四章图8-41）中，简约的钟架也是由羸属为簋构成。这说明，曾国以人为钟簋，是其在羸属为簋普遍的手法上有意识地选择。

在中国青铜器中，除四川三星堆遗址和金沙遗址出土的青铜立人之外，鲜有独立的大型人像作品。商代晚期出现的“兽口噬人”的主题，见于美国弗里尔美术馆所藏鸟兽纹觥、安徽阜南龙虎尊、湖南虎食人卣、安阳殷墟后母戊鼎和妇好钺等，均饰有虎、兽口衔人头或人体的形象，充溢着威慑、恐怖、狞厉的色彩。还有一些人形铜塑，多为器足、器座和器物附件，体量很小。如山东莒县西周鼎形器、山东枣庄窃曲纹人足盘，均以负重而跪的裸人为足。安徽屯溪、河北易县燕下都、河南洛阳西郊战国墓、山西长治分水岭战国墓、河南洛阳金村战国墓的人形器座，人形也多赤身露体，或踞或跪作承托状。陕西扶风出土的屋形鬲、北京故宫博物院所藏刖足奴隶饰方鬲、山西闻喜县晋

墓刖人守冢青铜挽车上，均有一受过刖刑的裸体奴隶手持插关守门，给人以血淋淋的强烈刺激。这些从事苦役的奴隶形象毫无人体美感，传达出沉闷、压抑的气氛。与之相比，曾侯乙编钟的六位武士尤显衣冠楚楚，光彩照人。他们高大的英姿，堪称战国人物雕塑的早期佳作，在中国古代人形塑像中也是十分重要的珍品。

以人为簋，是对钟簋装饰题材的改变。曾侯乙编钟钟簋铜人的表现所采用的写实手法，一改过去人的形象被神化、被吞噬、被虐待、被夸张扭曲于不同的变化之中，也是值得重视的变化。资料所限，我们还难以揣度引起这些变化的理念和寓意。但是，将常人常态融入一座编钟架之中，其装饰效果会因这些为视者所熟知的因素而产生震撼。

这些钟簋铜人的设计，充分顾及了钟架的实用性。铜人的高度正好适合所在层位悬钟及击钟的高度。铜人及钟架上层立柱也因所居的不同部位而有不同的处理。下层铜人，是全架的基础，且直接与大型铜钟比肩而立，同居于赏乐者最佳视角，身高体大的铜人都垫衬在圆底座之上，显得更加高大；因空间和视觉稳定的需要，较之下层铜人，中层铜人缩小了尺度，减去了底座；上层为三个独立的小架，立柱被简约成着有铜套的圆木柱。六个铜人的上肢，为适合所在部位的需要，而有不同的夸张处理，呈不同的托举状。这样的设计适合演奏对各层的高度要求，也适应了视觉需要。（见图9-4、图9-5）

当然，这六位武士永久地伫立于此，也一定具有目前还未能尽知的象征意义，有待进一步探究。



图9-4 钟簋铜人上肢的夸张处理



图 9-5 钟鐺铜人的面部表情

第二章 钟体的装饰

曾侯乙编钟的钟体装饰，前承先期编钟的装饰意匠，并在纹样的造型、结构、工艺等方面有所创新。全部钟体的装饰，犹显精细、生动、贴切、绮丽，其技艺之娴熟、手法之多样、层次之丰富、效果之精美，堪称编钟钟体装饰中最为精微缛丽的佳作。

钟体的装饰亦如钟体之衣。不同的装饰母题和不同组织形式的纹饰依甬（或钮）、舞、钲、鼓等不同的装饰面或装饰区装点覆盖，随形就势，浑然一体。钟体的装饰布局在充分顾及钟体实用功能的前提下，使纹饰与钟体密切结合，形成统一完整的艺术整体。（见图 9-6）

钟体的装饰纹样包括动物纹、几何纹两大类。其中，龙纹是动物纹中的绝对主题，兽、牛、鸟、螺等形象或融入龙纹，或得到独立表现。少量非流行的兽面纹的出现，是早期钟体装饰的遗风。

钟体的装饰纹样依抽象与具象相结合的表现形式构成。整体装饰中的局部具象表现，以及独立纹样中的局部具象表现，为装饰增添了生动的气息；装饰区域的整体抽象表现和图案性结构，也为局部的具象内容延展了想象的空间。广泛运用俯视的角度塑造龙的形象，是钟体装饰中的一个突出特点。较之图案性较强的侧视龙纹，俯视龙纹则更显具象、立体和生动。

钟体的装饰纹样，采用圆雕、浮雕、阴刻的手法，塑就为立体造型和平面纹带。传统印拓法的应用，使单独纹样经由重复而成区域性的适合纹样，显得规矩、秩序而不失变化。新兴的铸镶法的运用，令纹样形成了色彩和层次的对比，使钟体的局部装饰空前精彩。

这些装饰纹样与章法严谨、行笔讲究的铭文相映成趣，构成钟体装饰美轮美奂视觉整体。

钟体装饰所承载的时代的、地域的文化因素和可能潜在的寓意性内涵还有待揭示。



图 9-6 下二 3 号钟侧面

第一节 钲钟与钮钟的装饰

曾侯乙编钟中的钲钟、钮钟与甬钟的装饰区别较大。钟体形制的不同所引起的装饰变化是其主要原因。此外，钲钟为楚王熊章所送，所属国别的差异及其文化背景的不同，也会形成其在装饰风格的不同。钮钟虽没有像甬钟那样，铸铭“曾侯乙乍时”，从乐律铭文辨别，其应属曾器。其没有甬钟那样的装饰，几近光素，或许有其功能的原因。（见图 9-7）

钲钟（下二 6）的装饰，覆盖了器体外表的大部分，仅有鼓部除主纹饰之外有少面积的留白，背面钲间光素。

钮部，居中立于舞部的横径线上，是全器装饰的重点。钮的造型与圆雕蟠龙融为一体，呈蟠龙形复式

钮。蟠龙共 2 对，上、下叠置，上为无角小龙，下为独角大龙。无角小龙相向蹲踞于独角大龙之上，龙体向上，引颈对衔光素杠体，构成钮的顶部及承插挂钩的悬挂部。独角大龙亦相对而立，顾首卷尾，上承无角小龙，胸抵光素杠体，构成钮的主体及基座。（见图 9-8）

两对蟠龙刻画细腻：无角小龙，呈“S”形，无前足，有后爪；龙躯布以浅浮雕纹饰；六条蟠龙缠绕其身，每面各有三条。独角大龙，四爪着地（舞部）；通体复以阴刻纹饰：以绉纹勾勒躯干，以涡纹强调胯部，以鳞纹装饰角部和尾部。（见图 9-9）

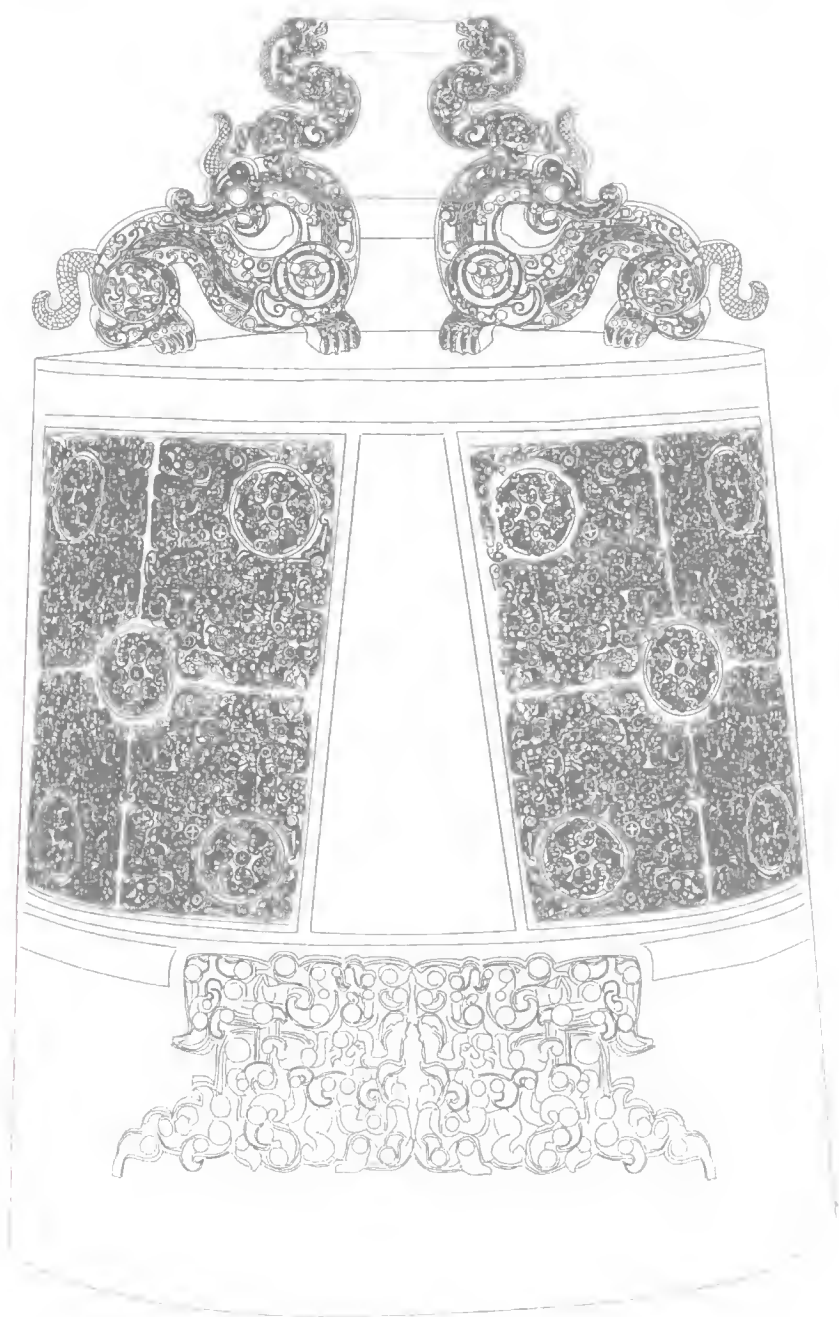


图 9-7 钲钟（下二 6）各部位装饰示意图



图 9-8 铸钟（下二 6）钮部

舞部，周缘素边，并在横径与纵径处施以“十”字素带，将舞面界隔成为四个装饰区块。横径之素带较宽，用以置钮；纵径较窄，依稀可见经打磨过的浇帽口遗迹，知其系为铸造需要而设置。四个装饰区均满饰浅浮雕蟠龙纹，系由一个正方形纹样组合而成。每个装饰区均由该正方形纹样布置主要位置，再切取纹样的局部填补其余的空间。正方形纹样以数条身首交错的蟠龙构成，龙均俯视状，可见首、躯、爪。龙首可见卷翘的宽吻、双口、双角；龙躯主要部位复以细密的圆点勾勒轮廓；龙爪均三趾，细长尖锐，比较写实。（见图 9-10）

钲部，是全器主要装饰区。周缘以浅浮雕蟠龙纹带环绕，区内以圆梗界隔出钲中及其两侧，两侧以浅浮雕龙纹为衬地，各呈“⋯”状缀 5 枚圆泡形饰，每面 2 组，两面共 4 组 20 枚。（见图 9-11）

浅浮雕蟠龙纹带系一个长方形纹样多次重复构成。纹样可见一俯视龙首及其纠结繁复的躯体。（见图 9-12）

用以界隔钲部的圆梗为细圆条状，上依细密的圆点构成类似其他纹样中龙躯的流动曲线，手法类似古代漆器的针刻法，“针刻”构成的纹路间的空白亦如平雕纹路。不同的是，在此“针刻”的行迹是凸起的圆点，疑圆梗纹样是在范上加工而成的。（见图 9-13）

钲中两侧的浅浮雕龙纹衬地，各由四个长方形纹样构成。纹样的内容与舞部的正方形纹样相同，但浮雕程度稍深，纹路更加清晰。纹样的组合及其安置的



图 9-9 铸钟（下二 6）钮部特写



图 9-10 铸钟（下二 6）舞部局部纹饰

方向、方位，充分顾及了整体装饰面的对称性和左、右钲部装饰面的对称性。这样精心的组织，构成了各纹样间的龙首或向、或背，或聚或散的布局。龙首间的呼应弱化了纹样区隔的界限，交织出整个装饰面的完整幅面。缀于钲部的圆泡形饰均为浮雕龙躯构成。（见图 9-14）

鼓部纹饰是全器的主花纹，是全器面积最大的独立纹样。纹样轮廓近“凸”字形，由左、右对称的两部分构成。纹样主题为两条侧身顾首浮雕主龙，龙形较为抽象。龙首张口鼓目，着独角。龙躯屈蜒弯绕，以细密的珠连纹勾边；关节及转折处缀以圆形凸起，其上盘旋多圈细线纹。龙躯之间可见近于写实的绺纹。（见图 9-15）



图 9-11 铸钟（下二 6）钲部纹饰



图 9-12 铸钟（下二 6）钲部周缘纹饰



图 9-13 铸钟（下二 6）钲部圆梗纹饰



图 9-14 铸钟（下二 6）钲部圆泡形饰

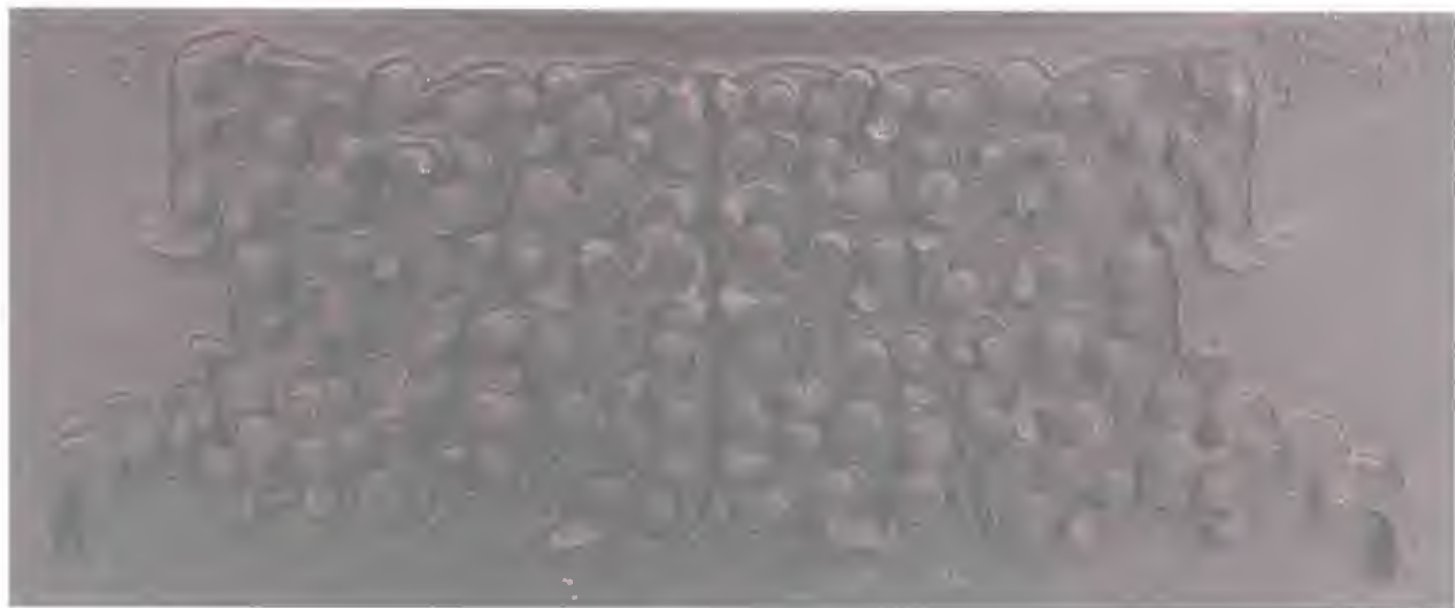


图 9-15 铸钟（下二 6）鼓部纹饰

楚王熊章钟的造型与装饰在钟的演进史上有其独到之处。

迄今所见早期的钟，在造型上均体现着脱胎于早期青铜有翼铃的印记。江西新干大洋洲商代晚期钟（见图 9-16）、湖北随州毛家冲西周中期钟，钮呈环状，体两侧均有习称的“扉棱”或“脊”。（见图 9-17）西周早期的湖北随州叶家山钟（参见本篇图 9-21）、湖南邵东虎饰钟（见图 9-18），钮部被放大；体两面钲部各增一条扉棱，与两侧的扉棱垂直相对。西周中期的陕西眉县杨家村钟（见图 9-19），两侧的扉棱向上蔓延，与

钮融为一体，使钟的外形及装饰达到繁缛夸张的顶端。如此茂盛、张扬的装饰一直延续到春秋早中期之际，陕西宝鸡太公庙春秋早期秦公钟是其典型（见图 9-20）。据研究，无脊钟的出现应该在春秋中期或稍早^[1]，河南叶县旧县 4 号春秋墓出土的两组编钟，一组有脊，一组无脊，标志着钟体装饰转型期的开始。去掉扉棱或脊，钟体从视觉上显得简约、大气；卸掉附载，钟体的振动也减少了阻尼，更加实用。楚王熊章钟汲取了钟体演进中优化的成果。



图 9-16 钟 商晚期
通高 31.6 厘米
江西新干大洋洲出土 藏江西省博物馆

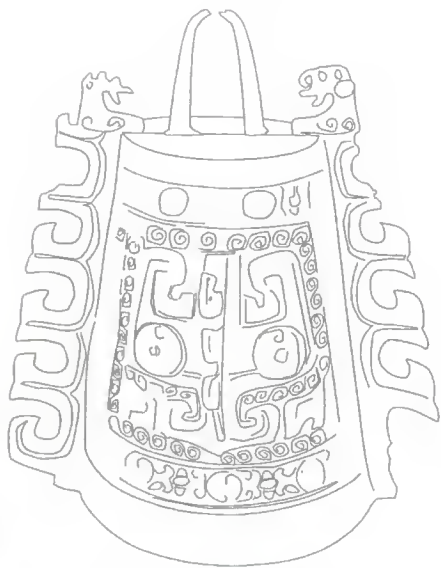


图 9-17 钟 西周中期
通高 20.9 厘米
湖北随州毛家冲出土 藏随州市博物馆

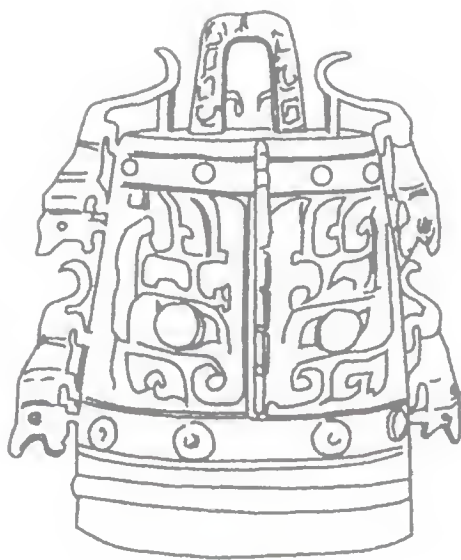


图 9-18 虎饰钟 约西周早期
通高 42.8 厘米
湖南邵东出土 藏湖南省博物馆

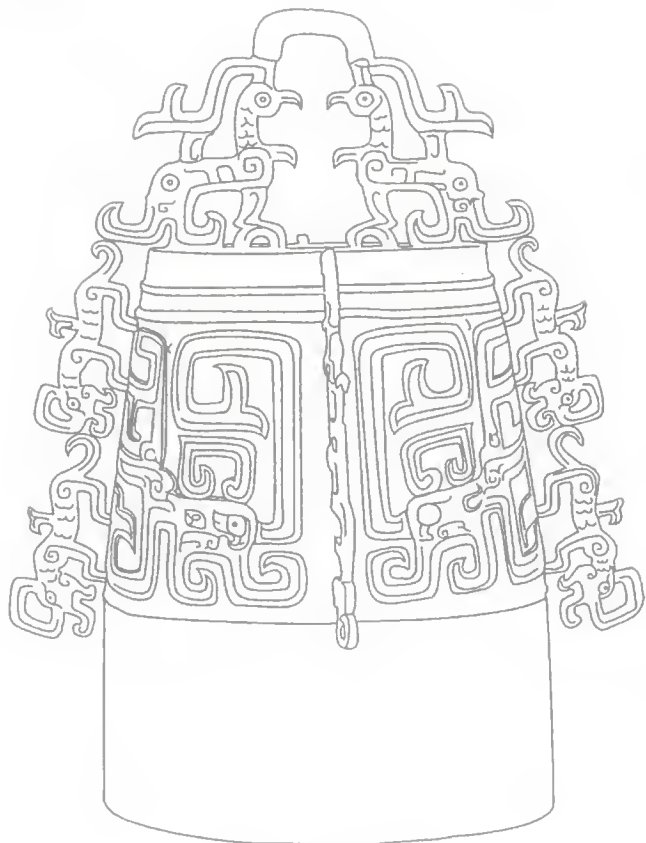


图 9-19 钟 西周中期
通高 63.5 厘米
陕西眉县杨家村窖藏出土 藏眉县图书馆

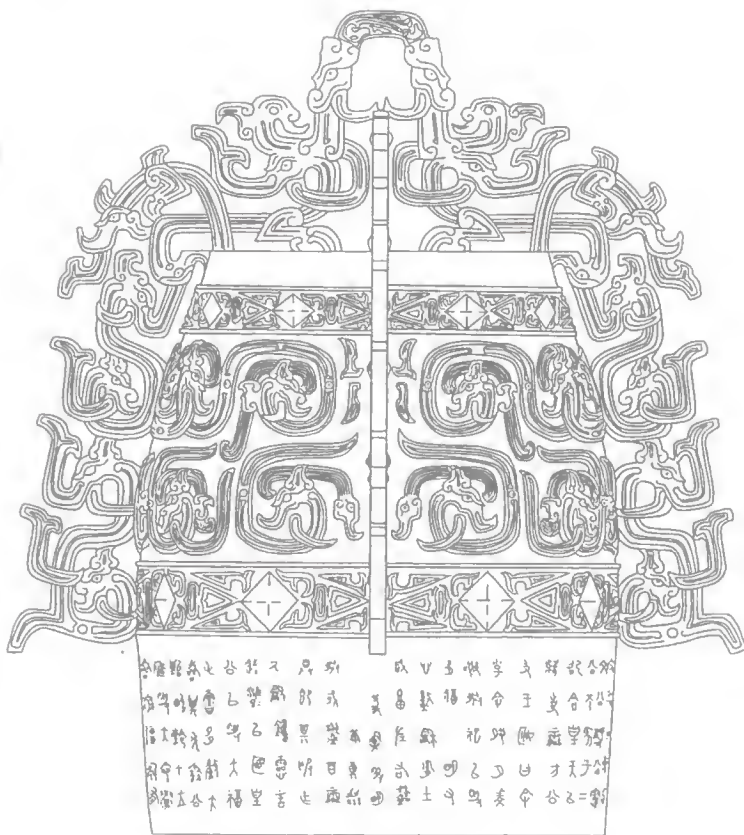


图 9-20 秦公钟 春秋早期
通高 76.0 厘米
陕西宝鸡太公庙窖藏出土 藏宝鸡市博物馆

[1] 王子初：《河南叶县旧县四号春秋墓出土的两组编钟》，《文物》，2007 年第 12 期。



图 9-21 虎饰罍 西周早期 通高 44.5 厘米
湖北随州叶家山 111 号墓出土 藏随州市博物馆

在春秋中期无脊铸出现的同时，铸体钲部的装饰已形成定制。其钲部亦如甬钟的格式，区分出钲间及其两边的篆带和列枚分栏。如：河南叶县无脊

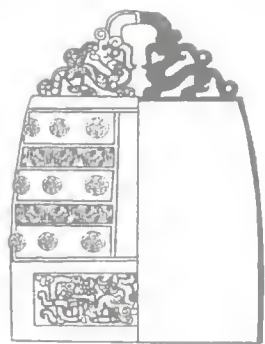


图 9-22 铸 春秋晚期 通高 39.5 厘米
山西太原赵卿墓出土 藏山西省考古研究所

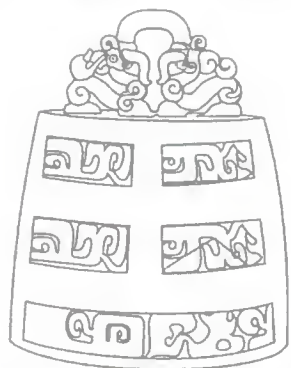


图 9-23 铸 春秋晚期 通高 43 厘米
山西长治分水岭 25 号墓出土 藏长治市博物馆

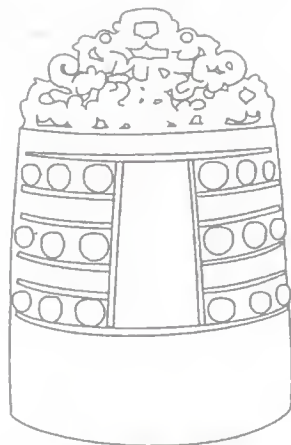


图 9-24 铸 春秋晚期 通高 39.5 厘米
安徽寿县蔡侯墓出土 藏中国国家博物馆

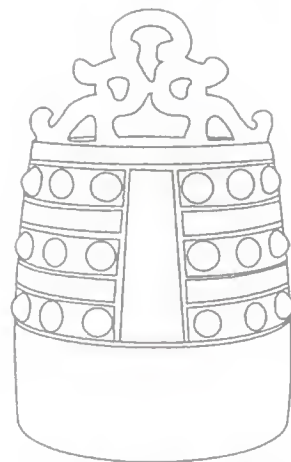


图 9-25 特铸 春秋晚期 通高 53.0 厘米
河南辉县琉璃阁甲墓出土 藏河南博物院

铸^[1]、山西太原赵卿墓铸^[2]（见图 9-22）、山西长治分水岭 25 号墓铸^[3]（见图 9-23）、安徽寿县蔡侯墓铸^[4]（见图 9-24）、河南辉县琉璃阁甲墓特铸^[5]（见图 9-25），等等。与曾侯乙墓同期的河南汲县山彪镇一号墓铸，沿袭了这样的定制。楚王熊章铸的钲部装饰打破了这样的格局，以“⋯”形点缀 5 枚圆泡形饰，透出一股清新的气息。此外，铸钟的枚饰，传统上多为类似螺壳的短枚，在春秋晚期新出有一种表面着浅浮雕饰的圆泡形枚。楚王熊章铸接受了这一变化，采用了更加富丽的圆泡形饰。该铸在钲部装饰上出新布局和风格，直接影响到后来的钟体，属战国晚期的随州擂鼓墩二号墓小型甬钟的钲部，便是这种方式。（见图 9-26）



图 9-26 小型甬钟 (M2:86) 通高 36.3 厘米
湖北随州擂鼓墩二号墓出土 藏随州市博物馆

[1] 王子初：《河南叶县旧县四号春秋墓出土的两组编钟》，《文物》，2007 年第 12 期。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山西卷》，郑州：大象出版社，2000 年，第 61 页。

[3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山西卷》，第 62 页。

[4] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·北京卷》，1999 年，第 52 页。

[5] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·河南卷》，1999 年，第 107 页。



图 9-27 曾侯乙编钟上三 2 号钟钮部纹饰

曾侯乙编钟钮钟的装饰，几近光素。除铭文外，上层一组的 6 件钟光素无纹。上层二组和上层三组的 13 件钟的钮部饰有绚纹（见图 9-27）。这是极为罕见的现象。

钮钟的装饰传统可以追溯到原始陶铃。湖北天门石家河文化陶铃，钮部饰以近似兽面纹的单独纹样（参见钟乐篇第一章图 8-4）。河南安阳、山西灵石、山东寿光和益都等商代遗址和墓葬出土的青铜铃（见图 9-28 ~ 图 9-30），亦如同类装饰^[1]。陕西宝鸡竹园沟 M13 西周早期铜铃（见图 9-31）仍接近此风。至西周中期陕西扶风庄白 1 号窖藏铜铃（见图 9-32），有所变化，以细阳线云纹构成兽面纹。现在所知最早的钮钟为山西闻喜上郭 210 号墓出土，西周晚期器，其装饰风格基本是扶风庄白一号窖藏铜铃的延续^[2]。山西闻喜上郭 211 号墓钮钟（见图 9-33），亦为西周晚期器，钟体装饰已区划出钲、鼓两部分，钲部且分出钲中及两边。河南陕县上村岭虢太子墓钮钟、河南三门峡虢国墓地虢仲墓钮钟等春秋早期器，延续此风。至此在春秋晚期，钮钟的钲部装饰接受了甬钟的格式，并形成定制。山东长清仙人台五号墓钮钟（见图 9-34）、安徽寿县蔡侯墓钮钟、传世的邾叔之伯钟等均属此例。这样的格式，一直沿用至西汉早期。（见图 9-35）

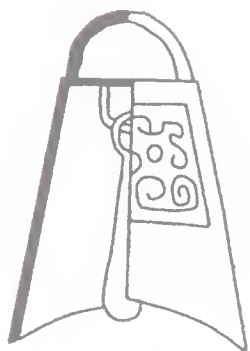


图 9-28 铜铃 商代 通高 5.4 厘米
河南安阳殷墟西区出土
藏中国社会科学院考古研究所



图 9-29 铜铃 商代 通高 8.5 厘米
山西灵石旌介一号墓出土
藏山西省考古研究所

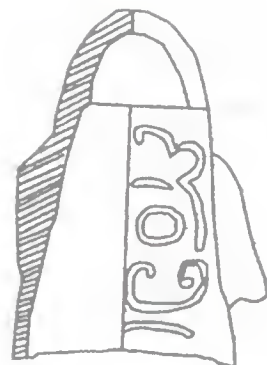


图 9-30 纪国铜铃 商晚期 通高 5.5 厘米
山东寿光益都侯城遗址出土
藏寿光县博物馆



图 9-31 铜铃 西周早期 通高 6.1 厘米
陕西宝鸡竹园沟 13 号墓出土
藏中国社会科学院考古研究所



图 9-32 铜铃 西周中期 通高 20.4 ~ 34.0 厘米
陕西扶风庄白一号窖藏坑出土 藏周原博物馆

[1] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·湖北卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 10 页。

[2] 中国社会科学院考古研究所安阳工作队：《1969—1977 年殷墟西区墓葬发掘报告》，《考古学报》，1979 年第 1 期。山西考古研究所：《灵石旌介商墓》，北京：科学出版社，2006 年。

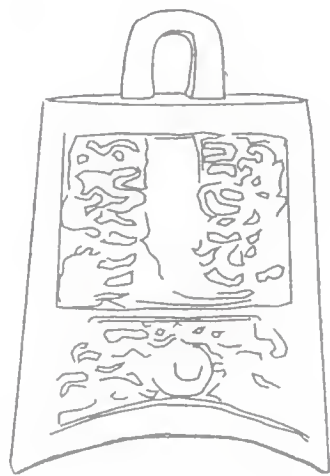


图 9-33 钮钟 西周晚期
通高 12.5 ~ 23.9 厘米
山西闻喜上郭 211 号墓出土
藏山西省考古研究所

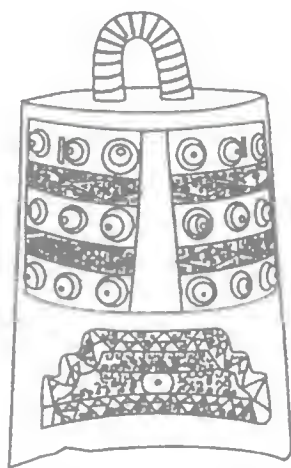


图 9-34 钮钟 春秋晚期
通高 14.9 厘米
山东长清仙人台五号墓出土
藏山东大学博物馆

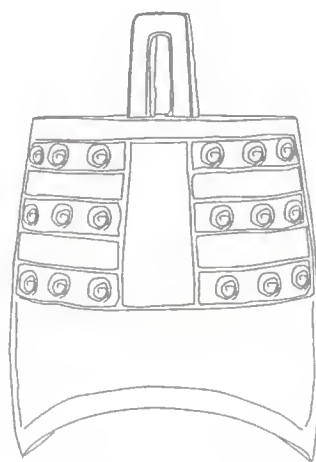


图 9-35 钮钟 西汉
通高 16.2 厘米
广东广州南越王墓出土
藏南越王墓博物馆

曾侯乙编钟钮钟在装饰上的反传统现象，还没有足够的材料有助于辨别其原因。不过，与其同期的楚王熊章钟虽有鼓部纹饰，钲部亦无枚、无纹（参见史籍篇第一章图 2-1）；战国中期的湖北天星观一号墓钮钟也是只有鼓部纹饰，钲部亦无枚、无纹（见图 9-36）。在装饰上最为接近曾侯乙编钟钮钟的这两个例子，均为楚钟，其破除定制的装饰特例似有地域性因素。

也有音乐学家从音乐性能的角度，指出这批钮钟的功能与定律相关^[1]。若果真如此，其装饰的价值和意义的确不大。是否因为实用功能的变化而引起了装饰的变化？也需要更多的材料和深入研究。

曾侯乙编钟上层二、三组钮钟之钲部的绺纹，具有一定的象征意义。河南陕县上村岭虢墓钮钟之钲，

呈较为自然的长圆环状，陕西凤翔钮钟（见图 9-37）、山东长清仙人台五号墓钮钟（参见本篇图 9-34）之钲，均呈索形长环状，比较接近绳索受力悬挂状，其形体和装饰强调着钟钮的功能，隐喻着在早曾用绳索悬系钟体。

需要提及的是，装饰的美化作用自然为了满足视觉需求。曾侯乙编钟钮钟的悬挂为暗插法，即其钲部需入钟梁之榫槽之内，由插销从梁上横向穿钲固定。钲部进入梁内，纹饰被遮蔽，便失去了装饰的价值。查春秋到战国的钮钟，钲部有装饰并非孤例。这是否意味着，钮钟还曾有过钲部暴露的明挂法？这个由装饰与使用引起的问题，还有待研究。

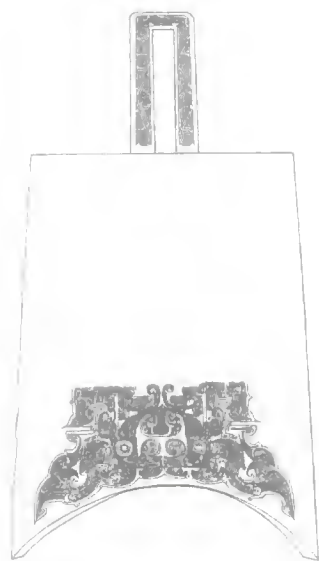


图 9-36 钮钟 战国中期 通高 21.5 厘米
湖北江陵天星观一号墓出土 藏荆州市博物馆

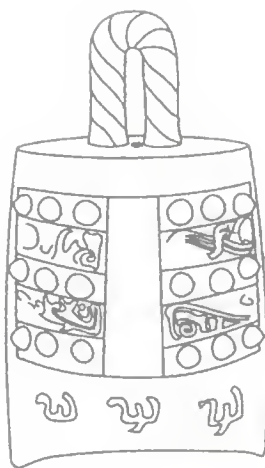


图 9-37 钮钟 春秋时期 通高 16.7 厘米
陕西凤翔大辛村窖藏出土（传） 藏凤翔县博物馆

[1] 湘：《曾侯乙编钟音律探讨》，《音乐研究》，1981年第1期。

第二节 大型长枚甬钟

曾侯乙编钟中的大型长枚甬钟，即钟架下层除特钟之外的 12 件大钟。其形制及装饰与春秋战国时的甬钟大体近似。（见图 9-38）

甬部，表面光滑，铸镶红铜花纹：衡部饰涡纹；甬面上端为一圈梭形纹；甬面依上下相错的 6 个三角纹样绕饰，三角纹样内填龙、云纹；红铜纹体略低于甬面。（见图 9-39）甬下部之旋，均为环绕甬把而凸

起的一圈凸箍带，其上遍饰浅浮雕蟠龙纹，并匀称地布饰四乳（呈突起的圆泡形状，下同）。（见图 9-40）

各钟乳饰，互有差异。旋上之斡设在钟体一面的中轴线上，均环钮状，作龙、兽之形，刻画细腻，近于圆雕，其形态亦有差异。旋与舞之间的甬面上，亦绕饰浅浮雕蟠龙纹。



图 9-38 大型长枚钟舞部（下一 1）



图 9-39 大型长枚钟（下一 1）甬部红铜龙纹



图 9-40 大型长枚钟（下一 1）旋部

舞部，周缘素边，以甬底为中心，十字划为对称的4格，其间满饰纤细而密集的浅浮雕蟠龙纹。（见图9-41）

钲部和篆带均以凸起的圆梗界隔，圆梗上亦有细密精微的阴刻蟠龙。钲中梯形，钲中均有铭文。篆带之间缀有长枚，其三三并列为一区，每面两区，总共

36枚。钲部周缘(不包括下边)和篆带纹饰均或向或背、或横或直地密布同样的单体龙纹，构成斑点密集的纹带。（见图9-42）

鼓部饰浮雕蟠龙纹，纹样整体若蝶翅状。（见图9-43）



图9-41 大型长枚钟（下一1）舞部



图9-42 大型长枚钟（下一1）钲部

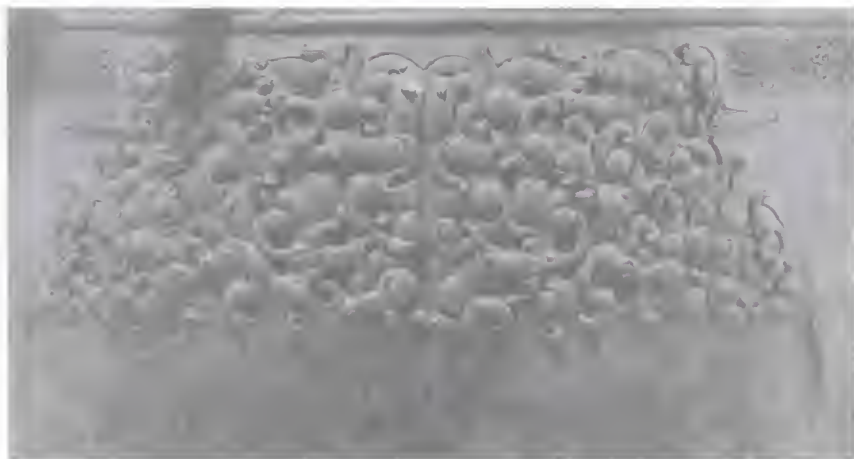


图9-43 大型长枚钟（下一1）鼓部纹饰

各钟的纹饰大体一致，主要在旋上的乳饰、幹部和鼓部有所区别。

旋上四乳的区别：下一1的乳饰为一龙躯盘旋而成，躯体饰绹纹、圈点纹，正中为俯视龙首；下一2、下二7~下二10一致，亦为一俯视盘龙，正中龙首较大，为浮雕，可见双目双角双爪；下一3、下二5一致，似浮雕三条龙躯，正中簇生钉状凸起，不见龙首；下二1~下二4一致，亦浮雕四条龙（以二侧卧龙躯为地，其上伏卧二龙），四龙均可见首。（见图9-44~图9-47）

幹的主要区别：下一1~下一2、下二9~下二10的钟幹近似，为一兽一龙形雕饰构成半圆形环状，兽形姿态生动，居高临下，双目鼓出，方口大张，似紧咬龙躯；龙首紧靠甬底部（下一1为兽、龙对衔）。下二1~下二4、下二7、下二8的钟幹近似，上半段为兽形，下半段无龙首。下一3、下二5钟幹一致，上半段为兽形，兽顶饰毛发纹，面目刻画细腻，均闭口，并以下巴和前肢夹幹之下半段的“龙身”。（见图9-48~图9-50）。



图 9-44 大型长枚甬钟（下一1）旋上的乳饰



图 9-45 大型长枚甬钟（下二7）旋上的乳饰



图 9-46 大型长枚甬钟（下二5）旋上的乳饰



图 9-47 大型长枚甬钟（下一2）旋上的乳饰



图 9-48 大型长枚甬钟（下一3）幹部局部



图 9-49 大型长枚甬钟（下一1）幹部



图 9-50 大型长枚甬钟（下二1）幹部

鼓部纹饰的区别：下—3、下二4、下二5、下二7、下二8一致，均浮雕6条蟠龙，左右3条相互对称，其中两龙并向朝下，两龙左右相对，两龙左右相背，龙身转軀处饰球状涡纹，通体饰圈点纹。下—1～下—2、下二9～下二10一致，均浮雕8条蟠龙，左右4条相互对称，3条俯卧，1条侧卧，龙身阴刻圈点纹，

龙身转軀处亦饰球状涡纹。下二1～下二3一致，均浮雕15条蟠龙，居中的龙首最大，两边各4条次之，又有10条再次。龙身饰三角雷纹、绚纹、鳞纹、圆圈纹、涡纹；其大小龙体混杂，十分繁缛奇丽。（见图9-51～图9-53）



图 9-51 大型长枚甬钟（下二 5）鼓部纹饰



图 9-52 大型长枚甬钟（下— 2）鼓部纹饰



图 9-53 大型长枚甬钟（下二 3）鼓部纹饰

甬钟的装饰，从其由商饶演进转型即已开始。

西周早期的甬钟，甬部中空，不封衡，表面光素。极少量有旋无幹者，属甬钟定型前的型态。如晋侯稣钟之I式钟。^[1]不过，其旋上却已经有细阳线构成的云纹，而多数旋上有幹的早期甬钟，旋上无纹。

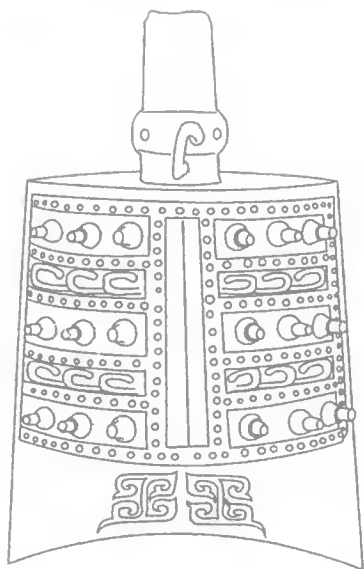


图 9-54 强伯格钟 西周早期 通高 34.0 厘米
陕西宝鸡西周强伯格墓出土 藏宝鸡市博物馆

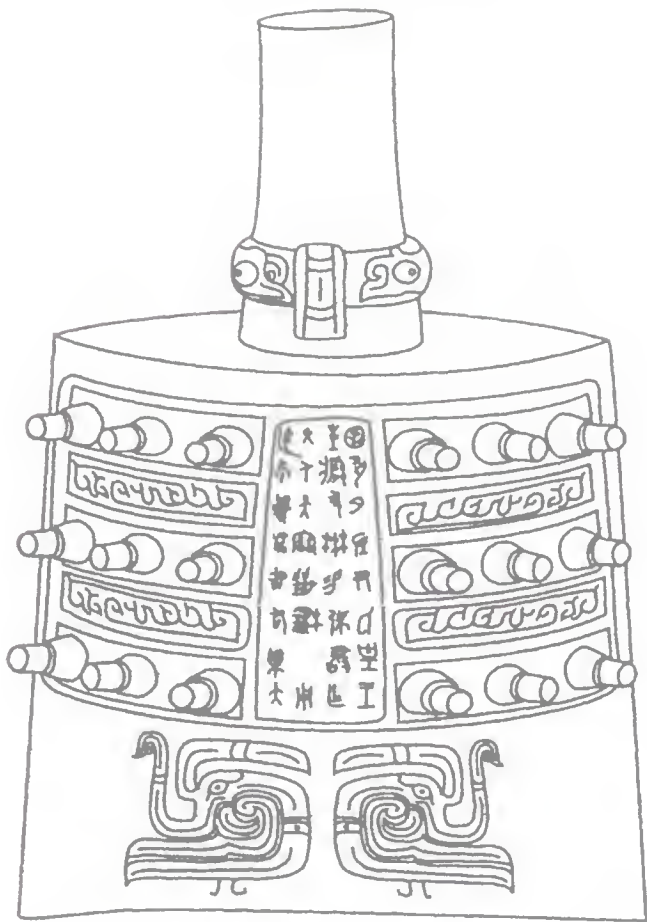


图 9-55 二式癸钟 西周中期 通高 70.6 厘米
陕西扶风庄白 1 号窖藏坑出土 藏周原博物馆

如强伯格编钟^[2]（见图 9-54）、扶风黄堆四号墓钟均属后者^[3]。旋上四个乳钉的装饰，此时已在强伯格编钟出现^[4]。至西周中期，四乳饰之间增加了阴刻窃曲纹。曾侯乙编钟大型长枚甬钟旋上的乳饰，源自西周早期钟，并保持着起初的位置。不同的是，其随钟体按比例增大，以龙纹为题，刻画更为细腻、生动。

最早的钟幹，多为素面环状，西周早期的扶风黄堆四号墓钟上已出现了绶纹幹^[5]。绶纹幹呈圆雕绶索状，在西周中期甬钟已十分普遍，也有少量钟幹饰以鳞纹，如二式、四式癸钟（见图 9-55）等^[6]。西周晚期，甬钟的装饰开始有较大的变化。宣王时期的南宫乎钟“甬上饰阴线环带纹，幹为兽头状，旋饰窃曲纹”^[7]。西周中晚期的已侯钟，幹为二对称半环形，是少见的特例。^[8]到春秋中晚期，山东章丘小峨眉山甬钟出现了鸟形幹。这种形式之后延续到战国时期的临淄淄河店 M2 明器钟、临淄大夫观明器钟等。曾侯乙编钟大型长枚甬钟的钟幹，前承南宫乎钟（见图 9-56）的作风。南宫乎为周宣王世司徒，据其钟铭“先祖南公、亚祖公仲必父之家”，知其与曾侯乙同宗共祖。南宫乎钟是曾侯乙前世家族之器，钟幹作风之传，竟有宗亲的缘故。不过，后来的作品更为逼真、传神，有居上的精彩。

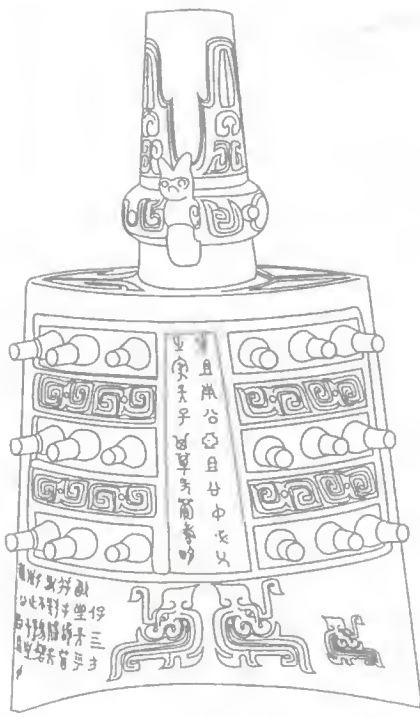


图 9-56 南宫乎钟 西周晚期 通高 53.2 厘米
陕西扶风五岭县豹子沟出土 藏扶风县博物馆

[1] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山西卷》，郑州：大象出版社，2000 年，第 46 页。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 31 页。

[3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，第 33 页。

[4] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，第 29 页。

[5] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，第 33 页。

[6] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，第 80 页。

[7] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，第 70 页。

[8] 郭沫若：《两周金文辞大系考释》，《郭沫若全集》第八卷，北京：科学出版社，2002 年，第 423 页。容庚、张维持：《殷周青铜器综论》，北京：文物出版社，1984 年。曾毅公：《山东金文集成（先秦编）》，北京市图书业公会，1940 年。

甬部表面装饰约在西周中期形成。西周中期的长安马王村一式钟（见图 9-57），甬饰三角形变形蕉叶纹^[1]。单伯吴生钟甬面饰阴刻波曲纹，装饰面积尚未完全覆盖甬面^[2]。西周晚期的兄仲钟甬饰三角纹，旅钟甬面饰波曲纹及重环纹，覆盖面几近整个部位^[3]。曾侯乙编钟大型长枚甬钟，在纹样的布局上沿袭了西周钟的传统，在原有三角纹的形式及组合的基础上，以倒置的三角纹填补了以往组合形成的空间，使装饰丰满而富于变化。三角纹样之内以蟠龙替代了“蕉叶”，显出不同的时代特点。

曾侯乙编钟大型长枚甬钟甬部（见图 9-58）纹样采用的铸镶法，现知最早出现在春秋晚期。而且，出自曾侯乙的先君（疑为祖父）——曾侯遯的编钟之上。随州文峰塔 M1（曾侯遯墓）M1:5 号甬钟，“正鼓部

近口部用红铜铸镶一圆涡纹，作敲击标志，背面亦然”（见图 9-59）。在另一件残破的 M1:4 号钟所存的背面正鼓部，也有同样的铸镶纹饰^[4]。在该墓躲过多次盗窃和损毁而幸存的几件编钟中，有体量属曾侯乙编钟大型长枚甬钟居中者。如 M1:1，通高 112.6 厘米；残破的 M1:2 按比例推算比 M1:1 还要大。这两件大型甬钟，均八棱柱状长甬，“衡部和甬体各面饰浮雕密集较小蟠螭纹，触之棘手”。甬钟的搬动及装卸，甬部是着力点。“触之棘手”的纹饰会给上百公斤重的大型钟的移动带来困难。曾侯乙编钟大型长枚甬钟甬部装饰技术上采用曾侯遯编钟新兴的铸镶法，但甬的形状及其装饰纹样却没有遵循先君之钟的设计，其对装饰效果和实用功能的追求是并重的。

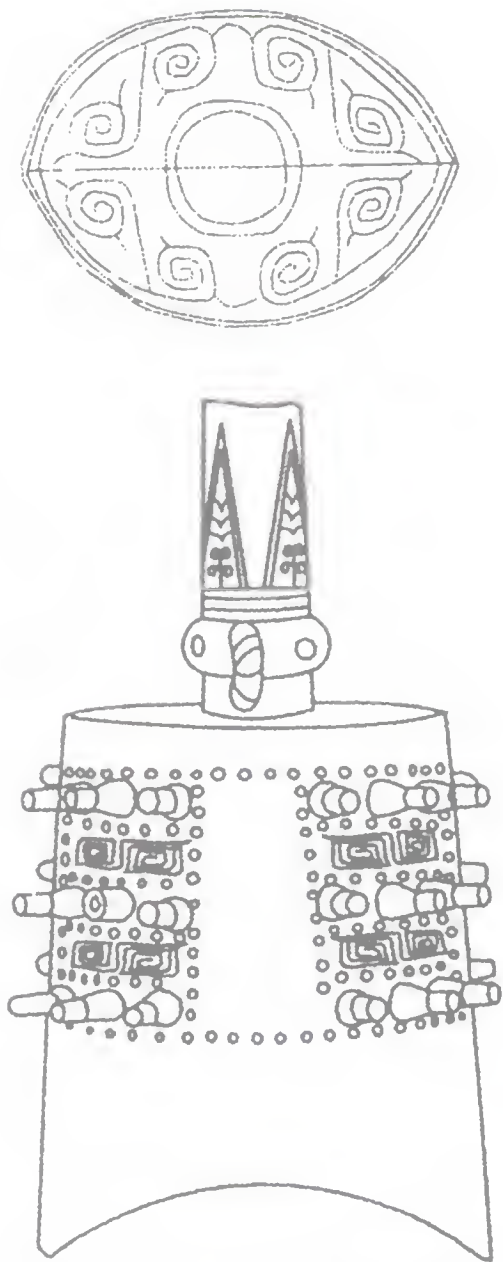


图 9-57 马王村一式钟 西周中期 通高 52.0 厘米
陕西长安县马王村窖藏坑出土 藏西安市文物库房



图 9-58 大型长枚甬钟（下二 4）甬部的铸镶法纹饰



图 9-59 随州文峰塔 M1:5 号甬钟鼓部正中铸镶的涡纹

[1] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 80 页。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·上海卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 22-27 页。

[3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·上海卷》，第 40 页、第 45 页。

[4] 湖北省文物考古研究所、随州市博物馆：《随州文峰塔 M1（曾侯遯墓）、M2 发掘简报》，《江汉考古》，2014 年第 4 期。

第三节 短枚甬钟

即中层一组甬钟。

甬部，为八棱柱体，上细下粗，衡平。棱脊光素，棱角分明；棱面饰浅浮雕蟠龙纹纹带，纹带依同一的单独纹样重复构成。单独纹样为长方形，内容为两个相对的单体伏卧龙躯，可见首、躯。龙首可见卷翘的宽吻、双目、双角；龙躯以阳线勾勒轮廓，转折处圆圈纹，余填以由细密的圆点所形成的鳞纹。重复密布的纹样，构成甬部斑点繁复的表面，触之有棘手之感（见图 9-60、图 9-61）。衡面亦然。甬下部近舞处设旋，为一道环绕甬围的箍带，表面以浅浮雕蟠龙纹衬地，匀称地布有 4 个圆泡形乳饰。旋上之幹设在钟体一面的中轴线上，扁圆环状，上半段多铸一兽形，下半段为龙身，上阴刻圈点纹。



图 9-60 短枚甬钟（中—8）甬部纹饰



图 9-61 短枚甬钟（中—8）

舞部，以甬底为中心，十字划为对称的4格，其间满饰繁细而密集的浅浮雕蟠龙纹，亦由重复的单独纹样构成。单独纹样呈长方形，内容为两个并行的单体伏卧龙躯，可见首、躯、爪。龙首可见卷翘的宽吻、双目、双角、长舌；龙躯以细阳线加细密的联珠纹勾

勒轮廓，转折处圆圈纹。爪呈四趾，三长一短，细长尖锐，比较写实。双龙姿态对称，左边的龙舌向右弯曲，爪亦右向；右边的龙舌向左弯曲，爪亦左向。纹样基本依横径为轴，对称布放。甬底同沿及舞部边缘有弧度的空间，纹样均经适合性“裁剪”。（见图9-62、图9-63）



图9-62 短枚甬钟（中一10）舞部



图9-63 短枚甬钟（中一10）舞部纹饰

钲部和篆带，均以凸起的圆梗界隔，圆梗上亦有细密精微的阴刻蟠龙。钲中梯形，钲部两侧，篆带之间缀有短枚，其二三并列为一区，每面两区，全钟共计36枚；枚似实心螺壳，枚间素底。钲部周缘（不包括下边）和篆带纹饰与甬面纹饰相同，均或向或背、或横或直地密布同样的单体龙纹，构成斑点密集的纹带。构成纹带的单独纹样呈长方形，内容为一对并列

相向的伏卧龙躯，可见首、躯。龙首可见卷翘的宽吻、双目、双角；龙躯以细阳线加细密的联珠纹勾勒轮廓，脊背稍有凸起，显滚圆丰满之感，转折处圆圈纹。周缘纹带的两侧是由纹样竖向排列构成，龙首的方向成左右向；周缘纹带的上边及篆带的纹带是由纹样横向排列构成，龙首的方向成上下向。（见图9-64）

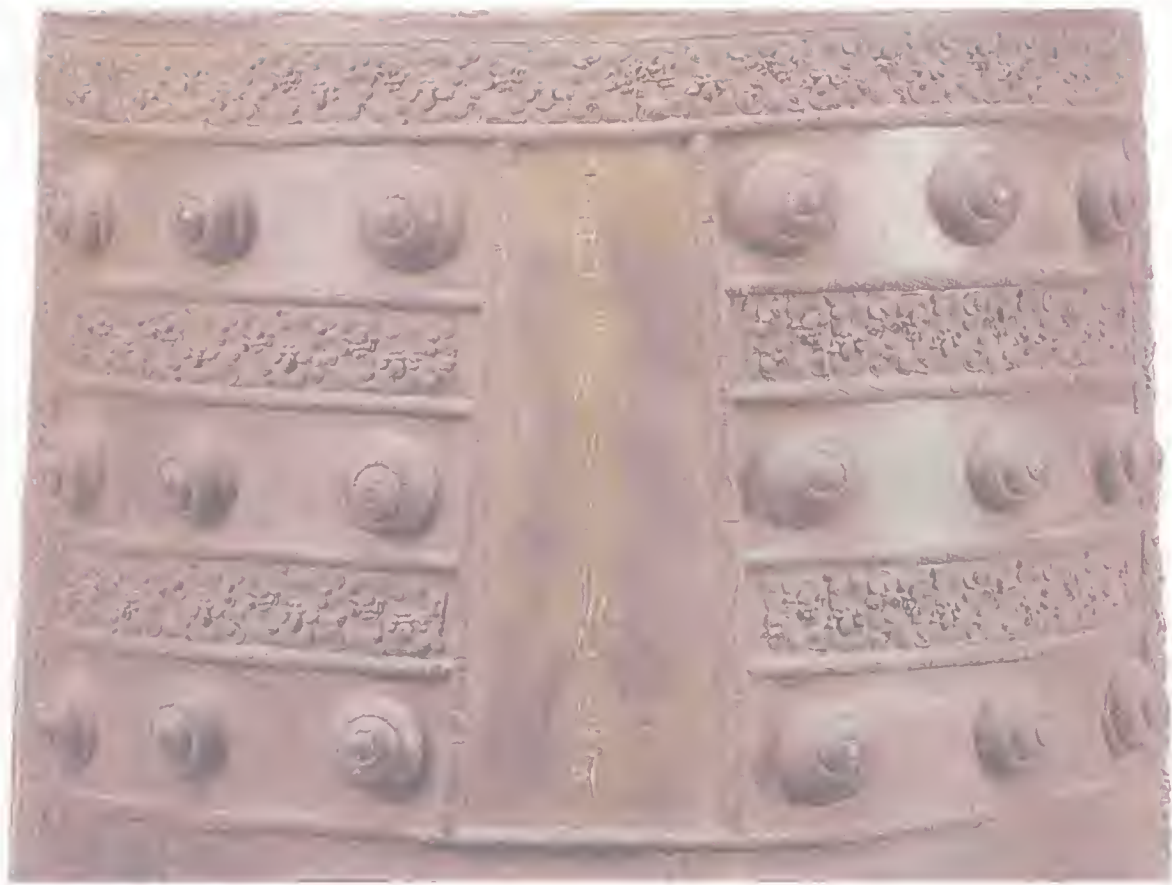


图9-64 短枚甬钟（中一11）钲部



图9-65 短枚甬钟（中—11）鼓部

鼓部饰浮雕蟠龙纹，纹样整体若蝶翅状。各钟蟠龙的数量与形态不尽一致。钟体两面钲部、正鼓和两侧鼓（正面左鼓除外）均有错金铭文，施在正鼓近口和左、右侧鼓（中层一组鼓部）。（见图 9-65）

各钟纹饰大体一致，主要在旋上的乳饰、幹和鼓部有所区别。

旋上四乳的区别：中—1 与中—2 一致，乳面素底，上缀两圈小圆点；中—6 较特殊，呈实心螺壳状，

似其钟枚而较小；其余各钟，皆由 3 个盘卧成双环状的小龙构成圆圈，正中为一圆凸泡饰，龙体随钟体增大而刻画得更细致。（见图 9-66 ~ 图 9-68）

幹的区别：中—10 幹部下半段为一兽形，系圆雕，身首肢尾俱全，并可见双耳双目，头顶正中侈一向后曲扬的独角，其大口衔咬着幹的下半段。余各钟的幹部兽形均饰在上半段，作蹲踞状，兽头无角。（见图 9-69、图 9-70）



图 9-66 短枚甬钟（中—7）
螺壳状短枚



图 9-67 短枚甬钟（中—6）
旋上的乳饰



图 9-68 短枚甬钟（中—10）
旋上的乳饰



图 9-69 短枚甬钟（中—10）钟幹



图 9-70 短枚甬钟（中—6）钟幹

鼓部纹饰的区别：中一1～中一4一致，由伏卧盘绕的4条龙组成，左右各2条，其中二龙背向，二龙并向朝下。中一5～中一9一致，由10条龙组成，左右各5条，龙首朝向不一，有交相追逐之感。中一10、

中一11一致，为8条龙组成，左右各4条，除中间2个相对的龙首外，余各龙还伸出长舌。（见图9-71～图9-73）

图9-71 短枚甬钟（中一3）鼓部纹饰



图9-72 短枚甬钟（中一5）鼓部纹饰



图9-73 短枚甬钟（中一10）鼓部纹饰



甬钟的八棱柱体，早见于春秋晚期。河南淅川下寺二号墓王孙诰钟，旋作带状，饰以圆涡纹4个，间以蟠虬纹；斡作长方形钮状，甬面饰四组以浮雕蟠虬纹形成的蕉叶形纹带^[1]。山西万荣庙前村蟠螭纹大甬钟（标本1314号），旋呈圆弧形，铺首环式斡，甬面光素^[2]。湖北随州文峰塔M1（曾侯乙墓）编钟（见图9-74），旋上有圆泡形对称四乳，乳上浮雕涡状蟠螭纹。斡作长方形钮状，甬面饰浮雕密集较小蟠螭纹，触之棘手^[3]。战国早期的山东东夏庄六号墓陶质明器钟为六棱或八棱柱状甬^[4]，湖北枣阳九连墩M1战国编甬钟亦为八棱柱状甬^[5]。

曾侯乙编钟中层甬钟（包括短枚甬钟、无枚甬钟、长枚甬钟）均为八棱柱甬。从甬体的结构和装饰上分析，其与曾侯乙编钟最为接近，也是传承有自。过去，学者曾因先注意到王孙诰钟的八棱柱甬，将其视作楚系编钟标志性的特征。日前看来，山西万荣庙前村蟠螭纹大甬钟（标本1314号）是否为楚系编钟？尚需判断。至于曾国，其为周之宗亲封国，礼乐遗存序列由西周早期的曾侯豳墓（叶家山M111）——春秋早期曾侯絳伯墓（曹门湾M1）——春秋晚期曾侯乙墓

（文峰塔M1），关系清晰。至曾侯乙编钟是否必受楚系钟的影响，也有待研究。三例同为春秋晚期的八棱柱甬钟，相互间的影响暂难定论，其源自何处，还有待更早的证物出现。这将有助于曾侯乙编钟文化属性的研究。

短枚甬钟所采用的螺形枚，由来已久。江西新干大洋洲铎（065号）铎部饰卷云纹，其间结合纹路有12个螺状突起（两面共24个），但并不写实，亦不突出，被疑为螺形枚的滥觞。（见图9-75）河南新郑郑韩故城郑国祭祀遗址449号水井出土有春秋中期的螺形枚范。该遗址内11座乐器坎，共出编钟（钮）、编铎共206件。均为螺形枚。其中，钮钟的螺形枚比较抽象，且中点内凹。铎钟的螺形枚比较具象。河南叶县M4（许公宁墓，许卒于前547年）编钟，甬钟与无脊铎、钮钟均着螺形枚的现象，这是甬钟使用螺形枚的最早的例证。有学者认为：中国青铜乐钟上螺形枚的源头在越，正式成为编钟的枚形规范，则是在进入春秋中期以后的楚所完成^[6]。曾侯乙编钟短枚甬钟的螺形枚，比春秋时期的螺形枚都更为具象、逼真。螺形枚的地域背景和文化因素有必要深入研究。



图9-74 随州文峰塔M1:5号钟甬部



图9-75 新干大洋洲铎铎部纹饰

[1] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·河南卷》，郑州：大象出版社，1996年，第86页。

[2] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山西卷》，2000年，第53页。

[3] 湖北省文物考古研究所、随州市博物馆：《随州文峰塔M1（曾侯乙墓）、M2发掘简报》，《江汉考古》，2014年第4期。

[4] 朱晓芳：《山东地区两周乐钟研究》，博士学位论文，山东大学历史系，2013年。

[5] 湖北省博物馆编：《礼乐中国——湖北省博物馆馆藏商周青铜器》，武汉：湖北人民出版社，2011年，第194页。

[6] 王子初：《河南叶县旧县四号春秋墓出土的两组编铎》，《文物》，2007年第12期。

第四节 无枚甬钟

即中层二组的 12 件钟。

其甬、舞和鼓部均与短枚甬钟相似。钲部两侧无篆、无枚，是这组钟与其他组钟以及周代绝大多数甬钟在装饰上的不同之处。（见图 9-76）

钲部以圆梗界隔，无篆，无枚。钲中两侧采用同样的长方形纹样装饰。长方形纹样由 2 条浅浮雕蟠龙组成。双龙上下交错，为侧身盘卧状，以细阳线加细密的珠联纹勾勒轮廓，可见首、躯、爪。龙首着独角，



图 9-76 无枚甬钟（中二 1）

张口、张目，上吻卷翘。龙躯复以细阴线加细密的珠联纹顺势勾连，强调其曲蜒的姿态；主要部位和弯转之处均填以适合的细阴线圆圈和细阳线螺状凸起。龙爪均四趾，三长一短，细长尖锐，比较写实。这一纹样被分别用竖置、横置、上下叠置、剔边、贴边等形

式，布置在各钟大小不同的装饰面上，显得统一而又有变化。钲部周缘的纹带亦如短枚钟。鼓部纹饰为数量、形态有异的多种浮雕蟠龙纹。（见图9-77～图9-79）

各钟的纹饰大体一致，主要在旋上的乳饰、幹和鼓部有所区别。

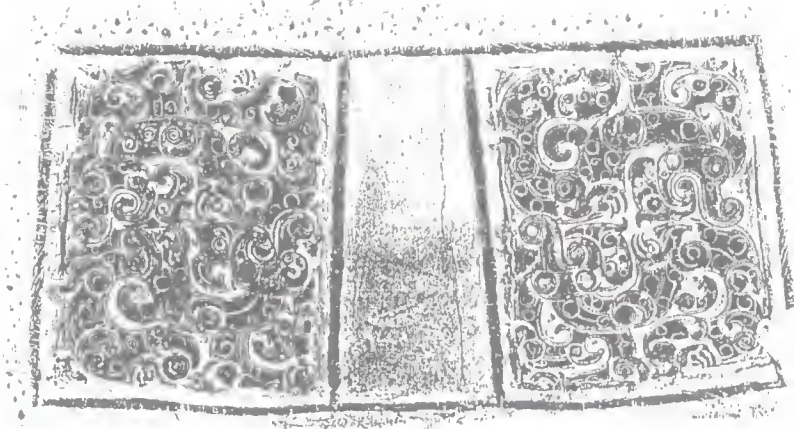


图9-77 无枚甬钟（中二4）钲部纹饰及拓片

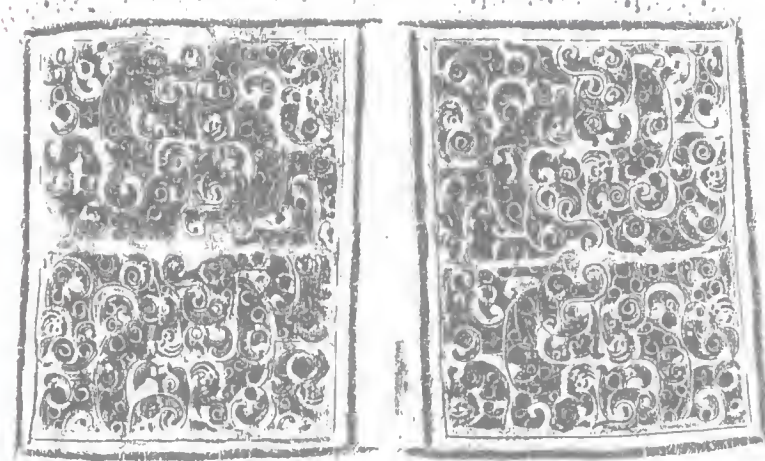


图9-78 无枚甬钟（中二9）钲部纹饰及拓片

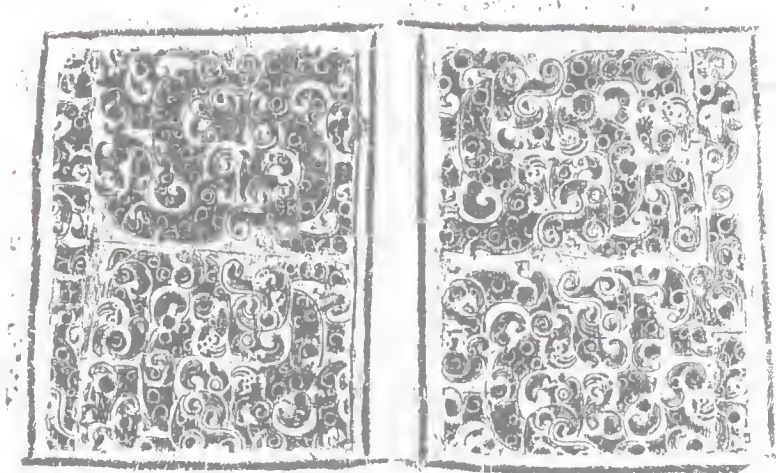


图9-79 无枚甬钟（中二10）钲部纹饰及拓片

旋上四乳的区别：中二 11 与中一 6 同，为实心螺壳状，余各钟与短枚钟的大多数相同。（见图 9-80、图 9-81）

幹的区别：中二 1、中二 2 钟幹为兽头衔环状，兽头系圆雕，五官俱全，无角，面向幹下端；兽所衔部分光素，为幹之下半段。中二 3 至中二 7 钟幹与大

部分短枚钟相同。中二 8 至中二 12 钟幹与中一 10 同，仅中二 11 兽身反向，踞幹之下半段，余各钟幹兽形均踞上而面下。（见图 9-82、图 9-83）

鼓部纹饰的区别：中二 1 与短枚钟中一 1 至中一 4 同。中二 2、中二 3、中二 8、中二 11 均浮雕 8 条龙；前两钟左右对称分布 4 条龙，其中 3 条侧视，1 条俯视，



图 9-80 无枚甬钟（中二 7）旋上之乳饰



图 9-81 无枚甬钟（中二 11）旋上之乳饰



图 9-82 无枚甬钟（中二 2）幹部



图 9-83 无枚甬钟（中二 11）幹部

正中为一浅浮雕涡纹；后两钟的8条龙中，除中间两龙外，余各龙首还侈出长舌，与短枚钟中一10、中一11同。中二4～中二7、中二9、中二10、中二12与短枚钟中一5～中一9同。（见图9-84～图9-86）

此外，中二11的甬和钲部周缘纹饰亦较特殊，浮雕较浅，龙之形态与其他甬钟的龙纹均有差异。（见图9-87）



图 9-84 无枚甬钟（中二12）鼓部纹饰



图 9-87 无枚甬钟（中二11）甬部



图 9-85 无枚甬钟（中二1）鼓部纹饰



图 9-86 无枚甬钟（中二11）鼓部纹饰

第五节 长枚甬钟

即中层第三组钟。甬、舞、钲、鼓、于部与短枚甬钟基本相同，枚形有别。（见图 9-88）

甬近八棱形，棱脊突起而显得棱角分明，棱面均以同一的单体伏卧龙身重复密布，构成斑斑点点的表

面，触之有棘手之感，衡面亦然。甬下部之旋，均为环绕甬把而凸起的一圈凸箍带，其上遍饰浅浮雕蟠龙纹，并匀称地布饰四乳（呈突起的圆泡形状，下同）。各钟乳上，纹饰互有差异。旋上之斡，均环钮状，由



图 9-88 长枚甬钟（中三 1）

浮雕或圆雕龙、兽构成，上半段饰兽头，根部饰兽足，但造型较为抽象，尤其是身躯不如其他钟幹的龙兽逼真，此与其他钟幹有别。各钟幹的形态亦有差异。旋与舞之间的甬面上，亦绕饰浅浮雕蟠龙纹。中三9甬部，旋与舞之间，靠无幹面右侧有一阴刻涡纹，内填阳线弦纹；中三10甬部旋与舞之间，无幹面正中和左侧亦各有一与上相同的涡纹，此为其他甬钟所不见。（见图9-89～图9-91）

舞部以甬底为中心，划成对称的四格，浮雕着繁细而又密集的龙身。（见图9-92）

钲部和篆带均以凸起的圆梗界隔，圆梗上亦有细密精微的蟠龙。钲中梯形，两侧设与甬面相同的浅浮雕蟠龙纹篆带，篆带上下之间各有9个长枚突出，其枚三三并列为一区，每面两区，全钟共36枚。枚均侈出较高，作乳钉状，由圆台座和圆柱身组成，柱身收腰，顶端周沿较粗，正中凸若攒尖状，枚身无纹，圆台座饰一圈浅浮雕龙纹。枚与枚之间亦饰浅浮雕龙纹。钲部周缘纹带与短枚钟同，但多处折回于钲部底沿，接近鼓部纹饰（中三1、中三10例外）。



图 9-89 长枚甬钟（中三9）
反面旋舞间的涡纹



图 9-90 长枚甬钟（中三10）
反面旋舞间的涡纹



图 9-91 长枚甬钟（中三10）反面旋舞间纹饰



图 9-92 长枚甬钟（中三10）舞部

鼓部饰浮雕蟠龙纹，整体皆呈对称的蝶翅状；龙的铸制极为精致，首、身、尾交代清楚，眼、鳞、爪等刻画入微，还有的角、鳍、爪等弯转翘起，甚至成倒刺状；而各钟龙的多少与形态则不一。

各钟的纹饰大体一致，主要在旋上的乳饰和鼓部有所区别。

旋上四乳的区别：中三1～中三8一致，与多数

短枚钟相同。中三9、中三10一致，均凸若半球状，面较光润，复阴刻涡纹。

鼓部纹饰的区别：中三1同短枚钟中一1～中一4；中三2～中三5、中三8～中三10一致，与中一5～中一9相同；中三6、中三7一致，与中一10、中一11相同。（见图9-93～图9-95）

图 9-93 长枚甬钟（中三1）
鼓部纹饰



图 9-94 长枚甬钟（中三10）
鼓部纹饰



图 9-95 长枚甬钟（中三7）
鼓部纹饰



第三章 纹饰造型

曾侯乙编钟装饰艺术的卓越不仅因为呈现在我们眼前的各类艳丽而华美的物象，还在于它描绘了作为宇宙万物的本体和生命的“气”。这种“气”的传达，不但表现在物象的写真之上，而且还潜藏于编钟中的某些颇具符号性的装饰纹样之中。一些抽象化了的龙纹、凤纹以及植物图案虽不以其具体的形态示人，但却表现出了“气”的意向。《老子》第二十一章云：“道之为物，惟恍惟惚。惚兮恍兮，其中有象；恍兮惚兮，其中有物。窈兮冥兮，其中有精，其精甚真，其中有信。”“气”恍惚窈冥，或藏于“象”，或藏于“物”。

进一步而言，“气”不仅在于“实”，而且还在于“虚”。“象”“物”“精”作为“气”的承载是真实地存在着的。写实的鸟兽纹虽足以歌咏物象之“气”，但如若“拘以物形”，局限于一种单一的表现方式，那么就不可能完全地体现着“气（道）”。“气”是有限与无限、实与虚的统一。

编钟物象中所孕育的元气可能远远超越了它所描绘的客体，这些龙、凤、鸟、兽、植物纹样也还深刻地传达着匠师本人和整个春秋时代的精神以及宇宙万物的生命之元。



图 9-96 下层铜圆柱柱座

第一节 龙纹

龙纹用于编钟的装饰，初见于西周早期，西周中晚期较为盛行，且多饰于钟的鼓部。在曾侯乙编钟以及曾侯乙墓的其他器物的装饰中，龙纹始终占据着最重要的地位。曾侯乙编钟的装饰，几乎是龙的世界。钟体表面全部布满了奇异的龙纹，与钟相匹配的器座架等也皆饰以龙纹。龙的形象千姿百态，变化多端。有俯卧、侧卧的，有抽象、具象的，有与凤鸟纹、植物纹相组合的，将龙这一母题发挥得淋漓尽致。

一、龙纹的多样表现

龙纹作为编钟装饰的主体纹样，表现出丰富的多样性。其中，在实相与虚相的表现中大体呈现出三种样式，即变形龙纹、抽象龙纹以及几何龙纹。

1. 变形龙纹

更接近于具象表现的一类龙纹，较多地以圆雕的形式呈现。

铸钟舞部上的双龙钮即为一例。钮饰由两对对峙的蟠龙铸成。钮的主体部分是一对回首卷尾的独角蟠龙，龙身塑造成侧卧的“S”形，龙尾是一小“S”与



图 9-97 铸钟钮部纹饰

之相呼应。有趣的是龙角也呈“S”状，龙喙的上、下颚作弯曲式。整体来看，这对独角龙几近成了“S”的化身。钮的端头还有一对引颈对衔的小龙，也是作“S”扭曲状，但更为简洁、抽象（见图 9-97）

钟架下层铜圆柱柱座的装饰亦为变形龙纹。一尊蟠龙，龙首半顶，仿佛因承重挤压而不见额部，尖吻上翘，张口鼓口，修长舌，两对獠牙上下交错。龙身盘绕两圈，着双足，均五趾。龙尾逐渐尖细盘于身后。其遍体绘饰黑地红线鳞纹。（见图 9-98）（参见本篇图 9-96）

变形龙纹将并不现实的龙予以具象的表现，其立体的造型，为辨识和比照图案化的抽象龙纹、几何形龙纹提供了实在的依据。



图 9-98 钟架下层铜圆柱柱座上的变形龙纹

2. 抽象龙纹

抽象、简练并近于图案化的一类龙纹，多以浮雕的形式表现。抽象龙纹在钟的装饰中最为普遍。

下层铜人柱底座的主体部分以 16 条高浮雕的蟠龙构成，龙体皆侧卧，作扭曲状，与铸钟舞上的双龙钮的造型极为相似，但更加简化。（见图 9-99～图 9-102）



图 9-99 下层铜人柱底座上的龙纹



图 9-100 下层铜人柱底座上的龙纹



图 9-101 下层铜人柱底座上的龙纹



图 9-102 下层铜人柱底座

下层横梁的东端铜套和北端铜套上的主体部分以4条高浮雕蟠龙构成。其中，2龙侧卧，龙首相对于铜套的端面；2龙俯卧，龙首分别由铜套的两侧隔横梁对应。（见图9-103）

甬钟钟体各部的装饰几乎遍布抽象龙纹。（见图9-104～图9-106）

抽象龙纹还常以地纹的形式出现在钟体的器表。例如，铸钟钲部浅浮雕的衬地龙纹几乎抽象成涡纹的式样（见图9-107）；同样，鼓部重复密布的侧身龙纹的躯体（参见本篇图9-15）较之钲部的稍入一些，但是由于龙身上少了纹饰的刻画，从而显得更加图案化了。

抽象龙纹以虚相的身份出现，一方面填充了器表，另一方面往往能够起到烘托作用。它们的出现为密集的实物空间带来了舒缓的视觉效应，也更加有利于“气”的贯通。



图9-103 下层铜套上的高浮雕蟠龙



图9-104 下—1号甬钟鼓部的龙纹



图 9-105 中二 10 号甬钟钲部的龙纹



图 9-106 中二 5 号甬钟钲部的龙纹



图 9-107 铸钟钲部的龙纹

3. 几何形龙纹

几何形龙纹，是一种构图呈几何形状的抽象龙纹。在下层甬钟上，用于装饰甬部的龙纹极为注重曲线与直线相生的美感。龙首和龙身处理成类似卷草纹般的几何纹样，龙的尾部则代之以三角的形式。龙身两两相背，所构成的整体图案是一个等腰锐角三角形。（见

图 9-108、图 9-109）可见，编钟上装饰着的纹样在试图简单化的同时，还保存着图案原始的“影子”。这些几何化的图形为钟体器表的装饰提供了一种更为便捷的方式，也为繁缛的纹样带来了某些规律性。



图9-108 下二8号钟甬部的几何纹饰



图 9-109 下二 2 号钟甬部的几何纹饰

二、龙纹的多样造型

龙纹的造型比较丰富。相对写实的龙纹主要着重在龙头的刻画，龙身则稍显简略。相对抽象的龙纹，各个部位都受到简化。龙纹的造型刻画，涉及：角、吻、舌、目、耳、足、爪、趾、尾、鳞等部。龙纹变化的主要区别在于：无角、独角、双角；尖吻与厚唇；圆耳与尖耳；吐舌与无舌；有足与无足；有爪与无爪；三趾与多趾；有尾无尾；有鳞与无鳞，等等。若略去这些局部的差异，据龙纹的首部特征，可以将其分为兽首龙纹、鸟首龙纹、牛首龙纹和花冠龙首。

1. 兽首龙纹

龙的头部本来就带有兽的特征，这里的兽首龙纹是指一些头部被认为是兽的形象，其形体又具有龙的特征的某些样式。不过，这里的兽首虽有具象的表现，但无法像鸟首、牛首那样可确认出其具体物种。这些兽首是摹于自然而又超于自然的形象。兽首龙纹是全套钟装饰中使用最为普遍的纹饰。上文所述变形龙纹、抽象龙纹和几何龙纹中绝大多数都属于兽首龙纹。（见图 9-110～图 113）



图 9-110 下一 1 号钟甬部的兽首龙纹



图 9-111 下层北端铜人柱座龙首上装饰的兽首龙纹



图 9-112 下层长梁铜套北端上的兽首龙纹



图 9-113 下层长梁铜套北端上的兽首龙纹

2. 鸟首龙纹

鸟首龙纹，是指纹样头部具有禽鸟的特征，主体部分为龙躯的某些样式。龙躯虽然已经作了变形处理，但是通过前后两足及后部弯转的长尾仍可以辨别出龙的基本特质。鸟首龙纹见于编钟钟架下层横梁铜套和

下层甬钟的甬部（参见本篇图 9-108）。鸟首的造型有所不同，大致可分为高冠尖喙、无冠尖喙、张口卷喙等三种式样。（见图 9-114、图 9-115）



图 9-114 下层东端铜套上的鸟首龙纹（图片经虚化处理）



图 9-115 下层东端铜套上的鸟纹（图片经虚化处理）

3. 牛首龙纹

牛首龙纹，见于下层铜人柱座及下层横梁东端铜套的装饰，作为主纹蟠龙纹的辅助性纹饰，以浅浮雕的形式附着在蟠龙之上。其头部的形象特征与牛首近似，与同墓所出牛钮盖鼎上的牛形钮饰（参见发现篇

第三章图 3-89）十分接近，但蜿蜒的身躯又具有龙的特点。该纹与主纹相互交映，融为一体，增加了主纹的精致华美，又显出主次秩序和分明的层次感。（见图 9-116 ~ 图 119）



图 9-116 曾侯乙墓牛钮盖鼎上的牛形钮饰



图 9-117 下层铜人柱座上的牛首龙纹



图 9-118 下层铜人柱座上的牛首龙纹



图 9-119 下层东端铜套上的牛首龙纹（图片经虚化处理）

4. 花冠龙纹

花冠龙纹，应该也是兽首龙纹的一种，其特点是龙头上没有角，而代之以凤鸟式的花冠，花冠弯曲的形状与龙身相似，龙口中伸出粗钩形长舌，均两足各四爪。整条龙形的边缘饰一周密的圆点纹，龙身转绕

处饰云雷纹、圆涡纹，龙的头、舌、花冠及体躯上遍饰云纹。花冠龙纹见于钟体钲部和鼓部装饰，此龙纹造型活泼，纹饰繁简适度，极具装饰的美感。（见图9-120～图9-122）



图 9-120 下二 10 号钟鼓部的花冠龙纹



图 9-121 下— 3 号钟钲部的花冠龙纹



图 9-122 中二 8 号钟钲部的花冠龙纹

第二节 其他类型纹饰

编钟的装饰，除龙纹之外，还有其他类型纹饰。如兽纹、鸟纹、植物纹和涡纹等。其中的兽纹和鸟纹，与上节所述兽首龙纹、鸟首龙纹在兽、鸟的形体特征上更加鲜明，但在局部的描绘和表现上，依然存有与同类龙纹相同之处，显示出与龙纹之间的某些关系。

一、兽纹

兽纹，包括爬虎、蹲熊及其他神兽形象。主要集中在甬幹和挂钟构件以及钟架立柱。这些纹饰从整体上来看比较抽象，但局部的造型则具象写实。

爬虎。下层甬钟的部分挂钟构件的主体部分以爬虎为形，被称为爬虎套环。虎首双目外凸，虎身圆润而充满弹性，以朱、黄两色描绘斑纹，四爪及尾部蜷起，生动而有力度。（见图 9-123）

蹲熊。下层甬钟的幹部以兽为形，其中，依下一 3、下二 5 等两件甬钟的钟幹之兽，特别具象、生动。（见图 9-124、图 9-125）其首双目圆瞪，双耳竖立，鼻翼微隆，发际清晰写实，丝丝可见，而身躯圆润而充满弹性。曾有学者辨其兽面如“猴”，称钟幹为“猴头幹”。据郑玄注《周礼·考工记·凫氏》所谓“今时旋有蹲熊、盘龙、辟邪”，细察此兽的面部特征，其当即为郑玄所称之为“蹲熊”。



图 9-123 下二 2 号钟爬虎套环



图 9-124 下一 3 号钟幹部的蹲熊



图 9-125 下二 5 号钟幹部的熊首

不名兽。下层甬钟除蹲熊斡之外，还有其他难辨其名的兽形斡。（见图 9-126 ~ 图 9-130）此类兽形也见于下层铜人柱柱座。在底座下缘，匀布 4 只圆雕爬兽，肢体圆润，颌如钮状，内衔一铜环。（见图 9-131）底座之下的同径垫圈的周沿，也匀布 4 个衔环兽首，首形与底座下缘的衔环爬兽相同，为衔环爬兽纹的简化。（见图 9-132）

钟架铜圆柱上的两对兽形装饰，是此类兽纹的最为精彩的表现。两对不名兽饰，分由下层铜圆柱的上托和上层铜圆柱的柱座，呈上下两两相对之势，隔梁相峙。（见图 9-134、图 9-135）



图 9-127 下二 4 号钟斡部的爬兽



图 9-126 下— 1 号钟斡部的爬兽



图 9-128 下二 7 号钟斡部的兽首



图 9-129 下二 1 号钟幹部的爬兽



图 9-130 下二 7 号钟幹部的爬兽



图 9-131 北端铜人柱座上的衔环爬兽



图 9-132 北端铜人柱座垫圈上的衔环爬兽



图 9-133 中层北端铜套上的兽首龙纹



图 9-134 中层铜圆柱柱座上的爬兽



图 9-135 下层铜圆柱柱托上的爬兽

二、鸟纹

鸟纹，见于下层及中层横梁的铜套上。

中层横梁铜套上系圆雕鸟首，尖喙，圆目，手法简练，特征明显。鸟颈立于缠绕纠结的条形纹之上，

条形纹疑为龙身的简化。（见图 9-136～图 9-137）

下层横梁铜套上的鸟纹，尖喙，羽冠，钩爪，阴刻在铜套浮雕龙纹之上。（见图 9-138～图 9-142）



图 9-136 中层北端铜套上的鸟首龙纹



图 9-137 中层北端铜套上的鸟纹



图 9-138 下层东端铜套上的鸟首龙纹（图片经虚化处理）



图 9-139 下层东端铜套上的鸟纹



图 9-140 下层东端铜套上的鸟纹（图片经虚化处理）



图 9-141 下层东端铜套上的鸟纹（图片经虚化处理）



图 9-142 下层东端铜套上的鸟纹

三、植物纹

植物纹样主要是花瓣纹，以四瓣、五瓣、八瓣较为常见，造型在手法上分为彩绘和透雕两种。彩绘的四瓣、八瓣花纹用于编钟上层木质横梁、钟簠铜人的衣着以及铜、木圆柱的主体装饰。例如，横梁黑色为地，以朱、黄二色描绘的花瓣略具几何化，四瓣、八瓣为一序列纹样，呈二方连续排列。这种二方连续的式样

还出现在曾侯乙外棺的两正壁上，墓室装饰在整体风格上体现了呼应。中层横梁铜套端头的花瓣纹有四瓣、五瓣、六瓣三种，相对彩绘纹样而言较为写实，但颇具符号性。这些花瓣纹在造型上并无太大变化，与龙首相间杂，浑然一体。（见图 9-143～图 9-146）



图 9-143 钟架铜套上的各式花瓣纹

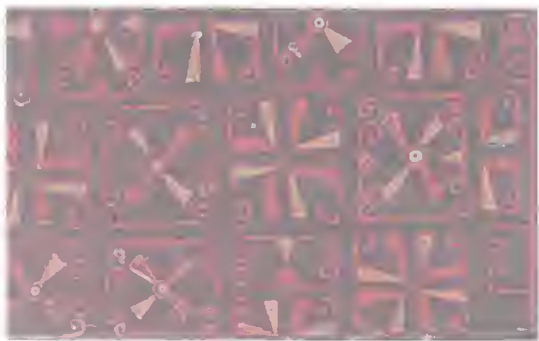


图 9-144 钟架横梁上的花瓣纹（局部）



图 9-145 上层小圆柱上的花瓣纹和几何纹（局部）



图 9-146 钟簠铜人彩绘衣饰上的花瓣纹（局部）

四、涡纹

涡纹是曾侯乙墓装饰中较为多见的纹饰，编钟以及钟架上均有使用，在动物肢体的强劲部位尤其多见，生动表现出了动物肢体的浑圆、丰满、结实，并极具动感。

1. 单体式涡纹

单体涡纹使用极为普遍，是由类似蟠虺纹的尾部圈绕头部形成的圆形造型。既有单独使用的，如中二3正鼓部（见图9-147）；也有组合使用的，如中二8的鼓部（见图9-148），浅浮雕龙纹的肩、臀均饰有单体式涡纹，与龙身结合形成整体。

2. 组合式涡纹

组合涡纹由圆圈、涡纹中心的圆点和多个类似蝌蚪的纹饰组成，圈内“蝌蚪”头枕圆点，或顺时针或逆时针旋转，组合构成旋转的云气意象。

下层甬钟衡部多见铸镶法组合式涡纹，分为两种。一种如下一2号钟衡部，圈线断续相连共三层，三条“蝌蚪”拖长、短两尾顺时针方向旋转（见图9-149）；另一种如下一1、下一3、下二4号钟衡部，圈线较宽，四条“蝌蚪”拖长、短两尾，其中下一1号钟逆时针方向旋转。（见图9-150～图9-152）

还有一种浮雕的组合式涡纹，如中三9、中三10号钟的衡部（见图9-153、图9-154），中三9号钟的甬部旋、舞之间以及中三6号钟旋部乳枚上，纹饰中的三条“蝌蚪”各拖一条尾，均逆时针旋转。（见图9-155、图9-156）



图9-147 中二3号钟鼓部的涡纹



图9-148 中二8号钟鼓部龙体上的涡纹

组合式的涡纹还见于下层立柱顶端圆雕的爬兽上，其肩和臀黑地朱、黄色漆饰彩绘涡纹（见图9-157），雕绘结合。下层东端铜套上成对的高浮雕龙纹（见图9-158、图9-159）的肩部、臀部，也阴刻着成对的组合式涡纹，它们与阴刻在龙身上的龙纹和鸟纹的长尾自然地结合在一起。

涡纹的元素在钟体纹饰上的多种体现、反复应用，组合成灵动流变的纹样，凡此种种，耐人寻味。



图9-149 下一2号钟衡部的涡纹



图9-150 下一1号钟衡部的涡纹



图 9-151 下一 3 号钟衡部的涡纹



图 9-152 下二 4 号钟衡部的涡纹



图 9-153 中三 9 号钟衡部的涡纹



图 9-154 中三 10 号钟衡部的涡纹



图 9-155 中三 9 号钟旋、舞之间的涡纹



图 9-156 中三 6 号钟旋部乳纹



图 9-157 下层立柱顶端爬兽身上的涡纹



图 9-158 下层北端铜人柱座上的涡纹



图 9-159 下层东段铜套上的涡纹

第三节 纹样的构成及其组合

编钟的装饰是由许多纹样经多样重复和组合而形成的。这些纹样的形成和组合，大体可以分为三种样式：

1. 纹样单元或单元为一个单体的龙纹，构成单独纹样和连续纹样

如中层三组甬钟的甬部（见图 9-160）作八棱形，各棱面由一条高浮雕蟠龙盘曲成一个长方形单元，一正一倒两个单元为一个单位纹，作纵向二方连续排列。长方形内龙首呈俯视状，双角后翘，一足四爪，体躯盘曲较长，其上满饰细密的圆点纹，穿插云纹，半球体转绕处饰以云雷纹。这种连续性的构图，使蜿蜒盘曲又尖状凸起的龙身波浪起伏，具有活泼的动感和旋律感，是春秋战国之际社会风气追求青铜纹饰精雕细刻、结构微型化效果的典型代表纹饰。

2. 纹样单位为两个单体的龙纹，多构成连续纹样

如下层甬钟篆带纹样（见图 9-161）由两条相同的浅浮雕俯视蟠龙二向旋转对称组成条形单位纹，作二方连续排列。单位纹正中似一目形凸起，两侧俯视蟠龙一上一下俯视盘曲在两侧，各一足三爪，体躯上饰绚纹、涡纹、云雷纹。下层甬钟的舞部为此式龙纹的四方连续排列，其繁缛细密均达到了无以复加的程度。

再如中层无枚甬钟钲部两侧，由两条相同的浅浮雕侧视蟠龙，旋转对称为一个长方形单位纹，分别采取竖置、横置的形式，在每个单元内排列一个或两个单位纹，再以单位纹的局部剔边、贴边等。（见图 9-162～图 9-164）

又如上层铜套、中层转角处铜套后端、下层铜套后端回形纹带（见图 9-165），均由两条相同的侧视龙纹旋转对称组成单位，连续排列而成。龙的躯体呈“S”形弯曲，首尾相邻，无足，但有鳍足之状，其关节处的半圆球上饰云雷纹，体躯上满饰大小圆点纹。此式龙纹结构严谨，风格较粗犷。



图 9-160 中三 7 号钟甬部的浮雕蟠龙



图 9-161 下层甬钟（下二9）篆带纹饰



图 9-162 中二8号甬钟钲部的侧视龙纹



图 9-163 中二1号甬钟钲部的侧视龙纹



图 9-164 中二7号甬钟钲部的侧视龙纹



图 9-165 中层短梁西南角铜套上的回形纹带

3. 纹样单位为多个单体龙纹

如下层铜套纹饰为四龙对称排列；下层甬钟甬部三角纹饰为六龙对称排列；下二3号甬钟篆部纹饰为四龙旋转对称排列。（见图9-166、图9-167）



图9-166 下层东端铜套上的对称龙纹



图9-167 下层南端铜套上的对称龙纹

4. 纹样单位为多体交绕的龙纹

两条以上的龙相互交绕叠置的纹样，龙数量四、六、八、十条不等，最多者可达十五条。这是一种较为自由的艺术表现形式，既可以作二维平面式的展开，又能够作为一件独立的圆雕，成为器物座架。它有三种组合方式。

(1) 俯视蟠龙相互交缠、叠置

例如铸钟钲部的两侧，以一侧的四分之一为一个单位纹样，每个纹样铸有大小共十条浮雕式的俯视蟠龙，龙身相互缠绕叠置。其中，五龙口吐长舌，四龙各具一足和四爪。龙的身躯上均饰以涡云纹、三角雷纹、绹纹及星点纹。（见图 9-168）

再如，下二 5 号钟的鼓部（见图 9-169）为六条浮雕的蟠龙，作俯视状，均口吐长舌，左右各三条相对称，双龙或并向朝下，或左右相对、相背。龙身转绕处凸起的半圆球状饰以涡纹，通体则饰圆点纹。

(2) 侧视蟠龙相互交缠、叠置

如铸钟鼓部为四条浮雕侧视的蟠龙。左右各两条并且相互对称，一侧中两龙首一正一倒，龙身相互交缠，体躯上饰以圆涡纹、圆点纹。（参见本篇图 9-15）

(3) 俯视蟠龙与侧视蟠龙混合交缠

如下层部分甬钟（下一 1、下一 2、下二 9、下二

10）鼓部有八条浮雕蟠龙，左右各四条相互对称。一侧中三条俯视，口吐长舌；一条侧视。龙身饰云纹、圆点纹，弯绕的地方皆有凸起的半圆球体，其上又饰涡云纹、云雷纹。又如下二 2 号甬钟旋上的乳饰为浮雕的蟠龙，计四条。两侧视蟠龙呈环状盘绕外圈，两俯视蟠龙从中间凸起，伏卧在外圈两龙身上。（参见本篇图 9-48）



图 9-168 铸钟钲部的龙纹



图 9-169 下二 5 号甬钟鼓部纹饰

书法篇

曾侯乙编钟铭文的书法艺术



第一章 先秦书法艺术

整个先秦时期包括商、西周、东周，约从公元前 16 世纪到公元前 221 年，占了中国书法史近一半的时间。这期间随着汉字的发展，书法艺术也随即产生、发展。这个阶段，文字从较为狭小的应用范围逐步发展扩大，导致后来的文字分化，不断出现新的字体，书法艺术也因之获得了相对独立且十分广阔的发展空间。

根据考古发现，比较成熟的文字最早见于商代，主要是甲骨文，还有一些金文以及陶片、玉石上的书刻文字和墨迹。甲骨文主要是盘庚迁都于殷之后的文字，至清代王懿荣才首次从文字学的角度对它进行收集、整理、研究。甲骨文多是记录商王的占卜记录，涉及面相当广泛。甲骨文的造型方式介于抽象与具象之间，由于独特的契刻方式，造成了甲骨文的笔画以直为主，两端尖细中段略粗，结字多取纵势，章法布局自然天成，纵有行、横无列。从已发现的甲骨上看，甲骨文书刻者已经具备了一套较为成熟的书刻方法，郭沫若先生称他们为当时的“钟王颜柳”。总体上说，甲骨文中最重要的书刻都有对称规律的运用，这对后来篆书不断地发展起到了重要的作用。从那时起，许多形式规律被使用并流传下来，并在后来篆书不断的发展过程中完善、美化。甲骨文变化多方的结体取势，灵活多变、大小错落的章法布局，都已经蕴含了书刻者对美的追求；其多样化的艺术风格也成为书法史上展现个性情采的先声。

如果说甲骨文是为中国书法作了一个很好的铺垫的话，那么，中国书法史上第一个高潮便是蔚为大观的西周金文书法了。青铜古称“金”，因而所谓“金文”就是青铜器上的铭文。青铜器铭文最早见于商代早期，多是一些标识和族徽文字，象形性极强，形式上与甲骨文有很多相通之处。直至西周，青铜器铭文才达到其鼎盛期，不仅铭文字数增多，而且内容也越来越广泛。周代金文较之商代甲骨文，从总体上说是进一步规范、稳定、符号化了。由于金文成字的物质条件大为改善，可以把毛笔书写的痕迹较为真实地再现出来，工匠能够有意识地控制最终效果的形成，使得金文书法的最终效果与甲骨文逐渐拉开距离。西周金文书法大体上可以分为三个阶段：

西周早期包括武王、成王、康王、昭王时期，文字继承了商末遗风，相对来说书法风格还处于自然发展状态，这一时期的器铭中，笔画的一端或两端呈尖细状，块面笔画和棱角分明的方折笔画出现的频率相当高，这与殷商时期金文笔画的特点一脉相承，笔画的质量要比商代金文有所提高；结体取势以长方为主，字形大小错落，大部分器物上的铭文采用了纵有行、横无列的章法布局形式。这一时期出现的天亡簋、利簋、何尊、大盂鼎等金文代表作已经具备了较高的艺术水准，能够在浩瀚的西周金文中占据一席之地。

西周中期包括穆王、恭王、懿王、孝王时期，这一时期铭文的篇幅更长，书法风格与西周前期的金文

有着明显的不同，开始显示出周公制定的礼乐文化逐渐使人们形成共同的审美心理。书者对笔画、结字和章法布局三个方面的驾驭能力有了明显的提高，笔画大体匀一，块面笔画只是少量出现，更多的是用圆转代替了西周早期的方折，笔画两端的圆浑使其更显凝练，明显露出了向小篆演化的趋势；结字近方，字形大小渐趋统一，章法布局逐渐以有行有列代替了有行无列的形式，甚至于为求布局的整齐规范，一些铭文如大克鼎等，还利用了界格作为辅助手段。这一个阶段的上乘之作极多，代表作品有静簋、墙盘、大克鼎等，尤其是墙盘，笔画均匀畅快，结字严谨，布局整齐疏朗，整体上透出端庄的气息，是整个西周时期金文书法中的佼佼者。

西周晚期包括夷王、厉王、宣王、幽王时期，这一时期的金文向小篆演进的迹象越来越明显，笔画粗细匀一，工谨凝练，结体取势的稳定性大大增强，章法布局有行有列和有行无列两种情况都有，并且都能在整饬的基础上合理安排大小字形的搭配，于庄严肃穆之外求得一种自然美。代表作有多友鼎、史颂簋、毛公鼎、虢季子白盘等。

公元前 770 年，西周灭亡，平王东迁，定都洛阳，史称“东周”。自东周始，西周时期政治的向心力一去不复返，随之即是文化向心力的消失，“礼乐征伐自天子出”的局面已成历史，周天子的统治地位名存实亡。这样的历史变动，更加促进了地域性书风的发展，春秋晚期至战国早期，装饰性文字风气大盛，鸟书、虫书、龙书等新的装饰性书体开始自南向北流行，以大国为核心的青铜器铭文风格的地区性差异越来越突出。陈梦家把这种状况分为五个“上系”^[1]。大抵到战国中晚期，以大国为核心的地域书法风格逐渐形成。“这一阶段的金文，恰如这一时代的政治、军事一样纷繁复杂，但是透过表面的这种复杂情况，我们还是可以找出其中有历史共同性的一条发展线索——这就是规范化。”^[2] 秉承西周金文传统的秦文字基本上走的是这条道路，其他装饰性字体的发展同时也是不断规范化、合理化的过程。东周时代以秦的统一而告终，可以说从甲骨文开始不断的规范化和合理化始终在为小篆做着准备，整个先秦书法在纷繁的局面后面隐藏的主线就是规范化和合理化。

[1] 陈梦家：《中国青铜器的形制》，《西周铜器断代》，北京：中华书局，2004年，第527页。五个上系即：中上系、东上系、西上系、北上系、南上系。

[2] 叶培贵：《学书引论》，北京：高等教育出版社，2001年，第14页。

第二章 曾侯乙编钟铭文的书法艺术

曾侯乙墓编钟的钟体铭文共计 2828 字，从一些字的笔形的弯曲弧度以及弯曲的手法不同、结字方法的不同和整体上体现出来的技术水准的差别来看，应为两个人完成。（下一 1 到下二 10 和中一 1 到中三 10 分别为两个书刻者完成。最上面一层挂钟上的手写体文字由于与前两部分的文字性质不属一类，不能确定是否为第三人所作。）大型甬钟的书刻者艺术水准较高，其中又以编钟钲部的铭文艺术性为最高，笔画在流畅舒展的基础上富于变化，结字上紧下松，纵向伸展，且书刻者能够根据章法布局的需要来安排结体取势的变化，整体上的布局能够根据客观条件控制字形大小，使得字与字之间能够协调统一。钟体其他位置（左鼓、右鼓）铭文的章法布局有时会出现或大或小的失误，不过整个钟体上的铭文基本上能够和谐统一。虽说小型甬钟铭文的艺术水准要远逊于前者，但可以看出书刻者也在有意识的求变化，特别是相邻两

个相同的字，其变化手段的丰富性并不亚于前半部分的书刻者。从上一 1 到上三 7 是悬挂在编钟最上层的一排钮钟，上面所刻铭文开始露出实用手写体的痕迹，甚至有些字就是纯粹的实用手写体。这几部分每一部分都有其自己的特点，下面的分析将主要针对大型甬钟的钟体铭文展开，因为这一部分才能代表整个编钟铭文系统的最高水平。

点画用笔、结体取势和章法布局是中国书法的三个基本要素，缺一不可，我国传统书法的艺术魅力主要是由这三个方面有机结合而又极尽变化来体现的。这三大要素不仅是书家进行创作时艺术构思的基础，是区分不同时代和不同流派的不同风格、情趣的标志，同时也是评论书法作品优劣、欣赏者能否从中得到艺术享受的主要依据。因此下文将从这三个方面对曾侯乙编钟铭文进行分析。

第一节 点画用笔

点画用笔在传统书法中是指运用一定的方法和技巧，并充分发挥毛笔的性能所造就出来的点画形态及其艺术效果。编钟铭文的绝大部分笔画粗细匀一，有的在此基础上增加了笔画的粗细变化，其中一部分笔画是由于错金工艺的缘故显得与剥蚀效果有些相似。总的来说，铭文的笔画大概可以分为直笔、曲笔、环状笔画三种：

一、直笔

铭文中的直笔可以分为纯直笔（见图 10-1、图 10-2）和以直为主在首端或末端出现弯曲的笔画（见图 10-3～图 10-5）两种。纯直笔大都表现得挺拔、刚劲，直曲结合的笔画所表现出来的是刚柔相济的美感，

图 10-3 中左半部分的部件用了很多曲笔，右边纵向的长笔画以直为主，在起收处稍使弯曲，这样曲直结合既能够保持字势的挺拔，也可以使左右两部分的笔画很好地呼应；图 10-5 中右边长竖直笔没有弯曲，左边下半部分两竖如果再加不加弯曲的话会使整个字的笔画显得很单调。又，由于铭文的大小有别，笔画自然就有长短之分。所以纯直笔和直曲结合的笔画都还可以分为较长的笔画和较短的笔画两种，图 10-1 中的长竖就属于纯直笔中较长的笔画，图 10-2 中的竖笔就属于较短的一种；图 10-3 中右边部件的纵长笔画属于较长的直曲结合笔画，图 10-4 中左上部部件中的纵向笔画即是较短的一种。客观地讲，两种笔画都有长短之别，长短的区别只停留在几何形状的层面上，表现的审美情感是没有性质上的不同的。



图 10-1
较长的纯直笔
(下一 2
正面左鼓)



图 10-2
较短的纯直笔
(下一 2
反面钲间)



图 10-3
较长的直曲结合
笔画
(下一 1
正面左鼓)



图 10-4
较短的直曲结
合笔画
(下一 2
反面钲间)



图 10-5
直笔和曲笔
左右呼应
(下一 1
正面右鼓)

二、曲笔

与直笔不同的是，曲笔更多的是表现婉转的柔和美。楚地人民似乎对柔和的曲线更加情有独钟，他们的民间巫舞和宫廷乐舞都特别讲究舞者的线条美和律动美；另外，楚国的造型艺术也十分强调曲线、弧线，具有一种运动的态势。“在所谓优美的波形曲笔，我们感到眼部肌肉有一套较为自然较有节奏的运动。在左右旋转的运动中，有些点仿佛对察看的眼晴做出韵律和谐音。我们感到在每一转中唤醒前一位置的感觉

而有所变化。”^[1] 这里借用桑塔耶纳的话来分析铭文中的曲笔同样是很恰当的，目光随着铭文中的曲笔（尤其是较长的曲笔）的运动轨迹移动，会感觉到一种很有节奏的韵律。

铭文中大量运用了曲笔以增强装饰效果。书刻者借助汉字的构形特点创造了不同形态的曲形笔画。曲笔可以分为纯曲笔和曲中带直的笔画两种。纯曲笔又可以分为长曲笔（如图 10-6）和短曲笔（如图 10-7），

[1] 桑塔耶纳：《美感》，转引自于培杰：《论艺术形式美》，上海：华东师范大学出版社，1990 年

前者是增加铭文装饰效果的主要手段之一；短曲笔组合在一起，其弯转的变化往往打破了对称的规则，利用对空间不均匀的分割造成了一种动势，如图 10-7。在曲笔之中还有一个笔画内部一个弯转和多个弯转及其弧度大小的区别，如此婉转多变的曲笔所呈现出来的视觉效果如此的完美，弯转处的圆润和整个笔画所含的张力足以映射出当时书刻者精湛的技艺。图 10-8 下部的曲笔和图 10-9 中纵向摆动的笔画就属于曲中带直一类，前者属于较短的一种，后者属于较长的一种，两种笔画都是在一个摆动的曲笔之中出现了一段直的笔画，性质上是一样的，所反映的也都是刚柔相济的审美情感。

此外，还有必要说明一下书刻者对笔画的变化手法。在处理笔画形态上，书刻者精心设计了笔画的起收处类似于出锋与藏锋形态的变化和笔画的粗细变化，如图 10-10、图 10-11 所示，“之”字上部三个笔画的起笔形态就是靠起笔形态的不同来相互区别变化的：这一手法还用于同一篇中重复出现的相同的字以及一个字中出现的并列方向的笔画两种情况。如图 10-12 的“宫”字。从运用笔画的粗细变化的频率和笔画痕迹上看应该是书刻者有意为之。钮钟上的铭文（如图 10-13）将这一手法展现得更加清晰。从图 10-14 “之”字的几个曲笔中能够察觉到细微的粗细变化，这应该是书刻者为了避免如此大量的笔画过于单一而有意为之的。这种技巧使得纵长的笔画能够相对活泼一些，可以想象，如果这么多的纵长笔画一律都像小篆的等粗细笔画形态那样的话，会在很大程度上降低其艺术性。铭文中很多笔画的尾端都出现了微小的波挑，如图 10-13 中两个字、图 10-15 “割”字（与“姑”通假）“刂”部下面的笔画表现得尤为清晰，其目的应该就是为了增强装饰效果。从笔画本身来说，这么长的曲笔至收笔处稍稍有点小弯曲波动是很顺应笔的运行轨迹的，小篆那种不加任何修饰圆起圆收的笔画，并不适应曾侯乙钟铭文的风格，这种波挑还能够与整个笔画的屈曲摆动形成呼应。以上这些变化手法从一个侧面也反映出书刻者较高的艺术水准及其相对成熟的艺术创作思想。

从铭文的整体上看，直笔和曲笔的搭配是相当重要的，直笔过多会显得刚劲有余而柔美不足，曲笔过多会显得过于华饰，缺乏阳刚之美。曾侯乙墓编钟铭文中对直笔和曲笔的搭配运用非常合理。通过对一些字的观察，可以发现对于笔画用直笔或曲笔，书刻者

是有一番考虑的。如图 10-16 ~ 图 10-19 中四个“赢”字中右部的竖画。图 10-16 中用了曲笔，图 10-17 和图 10-18 中用的直笔，图 10-19 中将长竖处理成略有弧度的直笔。从图 10-15 所属的整个钲部的铭文看，靠下部的铭文字形结构偏窄，此图中的“赢”字位于第三行，把“角”放在字的中下部，竖笔稍向外弧，既给“角”留出了空间，也使得字形的横向距离能够相对展开。后面三个“赢”字都分别处于各自钲部铭文的最末一行，这三个字中的“角”的位置也由于结



图 10-6
长曲笔
(下一 1
反面钲间)



图 10-7
短曲笔
(下一 1
正面左鼓)



图 10-8
曲中带直
的笔画
(中三 7
反面正鼓)



图 10-9
曲中带直
的笔画
(下一 2
正面左鼓)



图 10-10
起笔出锋的
笔画
(下一 1
反面钲间)



图 10-11
起笔藏锋
的笔画
(下一 1
反面钲间)



图 10-12
粗细变化的
并列笔画
(下一 1
正面左鼓)



图 10-13
粗细变化的
并列笔画
(上二 2
正面正鼓)



图 10-14
曲笔中细微
的粗细变化
(下一 1
反面钲间)



图 10-15
尾端出现微小
波挑的笔画
(下一 1
反面钲间)



图 10-16
右部竖画使用
曲笔
(下一 3
反面钲间)



图 10-17
右部竖画
使用直笔
(下二 2
正面左鼓)



图 10-18
右部竖画
使用直笔
(下二 2
反面钲间)



图 10-19
右部竖画
略有弧度
(下一 3
反面钲间)

体取势的不同而变化了位置。图 10-17 和图 10-18 中的“赢”字结构取纵势，尽量控制字形左右的伸展程度，这一点从两个字上部写法的变化就能看得出来，两种写法的变化都是为了控制字形的横向伸展程度。图 10-19 中上部写法的改变与前面两个“赢”字上部改变写法的目的是是一样的，这里的长竖要比图 10-15 中“赢”字长竖的弧度小，这样做的出发点同样是为结体取势的变化服务。

三、环状笔画

环状笔画由曲笔构成，是指一个曲笔从起笔到收笔形成一个封闭或趋向于封闭的笔画。这种笔画从成字条件上说是字形的重要组成部分，在这里还有增强铭文的装饰效果。书刻者凭借其艺术创造力，创造出了很多形状各异的环状笔画，如三角形、圆形、椭圆形、梯形等，可以肯定的是这些形状的变化都是出自书刻者的匠心。此铭文中的环状笔画可以分为方笔和圆笔两种，图 10-20、图 10-21 二字就属于方笔一类，笔画弯转处棱角分明，图 10-22 ~图 10-27 六字都是圆笔一类，笔画弯转处没有如刀割般的棱角而以圆转为之。前者的峻峭与后者的圆浑丰富了环状笔画的变化，而且也能够与直笔和曲笔形成对比与呼应。



图 10-20
环状笔画运用方笔
(下一 2 反面钲间)



图 10-21
环状笔画运用方笔
(下一 1 正面右鼓)



图 10-22
环状笔画运用圆笔
(下一 2 反面钲间)



图 10-23
环状笔画运用圆笔
(下一 2 反面钲间)



图 10-24
环状笔画运用圆笔
(下一 1 反面钲间)



图 10-25
环状笔画运用圆笔
(下一 2 正面左鼓)



图 10-26
环状笔画运用圆笔
(下一 2 正面右鼓)



图 10-27
环状笔画运用圆笔
(中三 5 反面左鼓)

第二节 结体取势

结体是指书家根据自己的审美情趣和一定的法度要求来设计点画，并把它们有机地组合成字。取势是指在书法作品中，书家根据自己的审美情趣和作品需要，采用一定的结体方式和相应的点画用笔而塑造出来的单个字的艺术形象，即其体貌、姿容、气度、神韵的综合体现。钟体铭文的结体取势有其显著的特点，它是整个铭文最能体现楚地人民审美情感的部分。西周时期金文的发展已臻妙境，出现了代表各种风格的艺术水准很高的作品，金文继续发展的空间已不是很宽阔；从形式构成的角度讲，篆书自身的特点经过不断地提炼、发展，平衡、对称等形式规律不断得到强

化，而这些规律又在工艺美术中占有十分重要的位置。因此，春秋战国时期篆书能够向工艺化、装饰化方向发展，同时篆书的特点又使得它不能像隶书一样通过横向的展开来表现形式美感，书体的性质特点也在这一过程中起到了重要作用。又，楚人喜爱“小腰秀颈”，偏爱韵律感十足的柔美曲线，这两方面共同促成了曾侯乙编钟铭文结体取势的纵向伸展。铭文结体的修长和纵长笔画的摆动，将楚地人民的审美情趣表现得淋漓尽致。编钟钟体铭文笔画的各种处理方法都是为结字服务的，可以说，结体取势就是编钟铭文书法艺术最核心的部分，是最能打动人的部分。

一、主从分明

主从是指字形内部由于部件所占空间的大小之别而使得部件之间产生了一种主体和从属的关系。主从是互为依存的，没有主就无所谓从，没有从也就无所谓主。早在殷商时期，主从就成为书手处理结构的手法之一，它可以增强字形结构的层次感，避免状如算子式的结构形式。铭文中很多左右结构的字，其左右

两个部件是主从关系，并没有使两个部件同样比例的拉伸，一般居从属地位的是笔画较少的一部分。由于铭文自身结体取势的特点，居从属地位的部件一般情况下安排在字形上部，图10-28～图10-31四个字都是两个部件主从分明，形成了鲜明对比。



图 10-28
两个部件主从分明
(下二 10 反面钲间)



图 10-29
两个部件主从分明
(下— 1 反面钲间)



图 10-30
两个部件主从分明
(下— 1 正面左鼓)



图 10-31
两个部件主从分明
(下— 2 正面左鼓)

二、迎让避就

迎让避就是指字形的部件与部件之间相互照应、配合的关系。铭文中绝大部分字都运用了迎让避就的手法来使结构紧凑，并使得空间能够被合理地分割，这一手法如此大量且十分巧妙地运用，说明当时书刻者对于如何经营结字有一套很成熟的系统和思想。反过来思考，一旦在迎让避就这个问题上没有处理好，纵长的字形内部过多地出现空白，肯定会使结构不和谐。

图10-32三个“濬”字左右两部分相互迎让，右半部分竖笔的弯曲度主要是根据左半部分中部的环状笔画的大小来决定，第一个字右半部分下部弯曲的弧度稍大一些；第二个字由于环状笔画变小，右半部分竖笔基本没有弯曲；第三个字的右半部分竖笔也是根据环状笔画的大小稍有弯曲。



图 10-32
左右两部分相互迎让
(下— 1 反面钲间)



图 10-33
运用曲笔创造空间
(下— 2 反面钲间)



图 10-34
运用曲笔创造空间
(中三 7 反面正鼓)

图10-33“迟”字由于右边两个曲形笔画的伸展使得字形左下方没有留下部件“止”的空间，于是，通过两个笔画的弯转使得左右两部分中间出现了空白，恰好安置“止”，且将“止”的竖笔尽量伸展，填补了整个空间，整个字的构思巧妙合理，利用较长的曲笔的弯转为穿插提供了条件。

图10-34“坪”字通过对部件“止”的安排，使得本来应该左右结构的字变成了上下结构，下面也是通过曲笔的弯曲为“止”创造了空间。这个字的安排与“迟”字有异曲同工之妙。

图 10-35、图 10-36 两个“𩚑”字右边部件“頁”的上面都取斜势，这样做并不是完全出于变化的目的，而是由于要服务于整体结字上紧下松，以便紧凑合理地填补左上部的空间。图 10-37“𩚑”字部件“頁”平正，是因为左半部分的上部已经为它空出了足够的伸展空间。再看下部，图 10-35、图 10-36 两个字左半部分下部只有中间一竖向下伸展开来，两侧竖笔都没有完全伸展，右半部分纵长的曲笔恰好能够在下面借助空间横向弯曲，图 10-37 右边纵向笔画没有较大的弧度，左边三个竖笔也就一同向下伸展出来。

图 10-38 的“新”字很有代表性，由于右上部两个曲笔的弧度，使得上面两部分之间出现了一些空白，书刻者不惜将下面的短横与长横的位置错开也要让横画伸过去填补空白。

三、疏密

疏密即结构中的疏松与紧密，结构疏密的不同处理方式很容易改变一个字的体势。由于铭文本身结体取势的纵长特点，疏密变化自然会成为布置经营的一大手法。从另一个角度看，由于字形拉长、上紧下松的特点，中下部的空间自然就会广阔一些，疏密安排为笔画的伸展创造了条件，笔画的舒展也更加映衬出了鲜明的疏密对比。笔画紧密处毫不紊乱，疏朗处空间分布合理，这样自然就会使人联想到邓石如所说的“字画疏处可以走马，密处不使透风”。

图 10-39、图 10-40 两个字中疏密的对比十分强烈，都是将笔画尽量集中于字形上部，有时候为使笔画密集，书手、刻者还将两笔粘合为一笔，以使笔画密集，如图 10-41 的“号”字上部的“口”伸展稍大，如果按照图 10-42 中的处理方法，势必影响下面曲笔的放纵，针对这种情况，使其笔画粘合，充分利用了空间。

四、正斜

正斜一般多出现在行草书中，可以分为两种情况，一是整个字取势的倾斜，另一种是字形内部某个部件的倾斜，即通过对部件取正势和斜势的不同处理使得字形内部部件之间形成一种端正和倾斜取势的对比，以丰富字形的变化，于平稳之中构造一种险势。在铭



图 10-35
右部取斜势填补
左上部空间
(下一 2 正面左鼓)



图 10-36
右部取斜势填补
左上部空间
(下一 2 正面左鼓)



图 10-37
右部平正左部三竖
同时向下伸展
(下一 3 反面钲间)



图 10-38
调整部件位置
以填补空白
(下一 1 反面钲间)



图 10-39
笔画集中于上部
以形成疏密对比
(下一 1 正面左鼓)



图 10-40
笔画集中于上部
以形成疏密对比
(下一 2 反面钲间)



图 10-41
两笔合为一笔
以使笔画密集
(下一 2 反面钲间)



图 10-42
“号”字“口”部的
另一种处理方法
(下一 2 反面钲间)

文结字的处理上，这两种情况都有出现，图 10-43、图 10-44 就属于后一种情况，书刻者或是本着变化字形的意图，或是出于分割空间的目的，使字形内部某个部分取斜势，保持字形正中寓斜，并不影响整个字的平正之势。图 10-43 “为”字偏下部的“口”稍稍倾

斜，既给右上部的笔画闪出了空白，又与相邻的“为”字相互区别变化。图 10-44 “顛”字右上部的倾斜除了空间因素之外，同时也增加了字形的生动感，而且都没有影响整个字的平正之势。如图 10-45 所示，钲部四行铭文中靠外侧两行中的铭文字形都取斜势，这就属于第一种情况，这样的取势完全是为了配合章法的需要，既能合理充分地利用钲部的空间，又可以与器物的形制协调起来。



图 10-43
左下的“口”部
稍稍偏斜
(下一 2 正面左鼓)



图 10-44
右上部稍稍倾斜
(下一 2 正面左鼓)



图 10-45 外侧两行字形取斜势(下一 2 正面钲间)

五、纵敛

纵敛一般是指通过对部件或笔画的放纵和收敛使得部件与部件或笔画与笔画之间产生一种对比关系。从形式上看，纵敛可以分为结构的纵敛和笔画的纵敛两个方面。由于铭文的字形取纵势，且上紧下松，必然会使上下结构的字上部尽量缩紧，下部放纵，如图 10-46 “坪”字所示；从一般的造型原则上讲，左右结构的字不宜把两部分都展开，由于主次安排的需要，势必将笔画相对较少的部分收敛，而将另一部分展开。图 10-47、图 10-48 的“穆”“蒯”两个字主体部分的纵向

展开与另一部分的收敛形成了鲜明的纵敛对比。随着结构的敛，这一部分的笔画势必要收得紧一些，纵的部件中的笔画自然要比较舒展。



图 10-46
上紧下松的
结字方式
(下一 1
正面右鼓)



图 10-47
纵向展开与
横向收敛的
鲜明对比
(下二 10
反面钲间)



图 10-48
纵向展开与
横向收敛的
鲜明对比
(下一 2
正面左鼓)

六、疏当补续

“疏当补续”是指在部件与部件之间的疏松处，应当补加笔画以填补空间。铭文中出现了一些于字形内部添加小型笔画的情况，其目的无疑是更充分、更均匀地利用空间，这与楷书中“神”字加点和“土”字右下方加点的情况是一样的。

图 10-49、图 10-50 两个“韦”字，前者上部第二个环状笔形横向较平，并没有向上较大的弯曲，因而能够与下部合理地分割空间，后者两个环状笔画横向都向上拱起，在此加一个小短横恰好填补了这块空间，从这两个字的处理可以看出书刻者意在使局部空间得到均匀的分割。前者两个环状笔画所占的空间与下部

被几个笔画分割成“田”形的空间大抵相仿，而后者两个环状笔画都稍向上拱起，挤压空间，下面类似“田”形的笔画也相应地要比前者小得多，如果不加那条看似微不足道的小短横，就会显得上下两部分脱节，变成取纵势的结字方法中最大的漏洞。



图 10-49
横向笔画较平
分割空间均匀
的结字方式
(下一 1 正面右鼓)



图 10-50
增加小型笔画以
联系上下空间的
结字方式
(下二 7 反面钲间)

七、结构中的不对称性

铭文中对字形结构的处理不是单一的对称，有些地方书刻者有意在字形内部构建不对称性，不论书刻者的意图究竟是什么，这样的处理方式给庄严稳重的铭文增加了几分动势。如图 10-51、图 10-52 两个字都是在保证字形稳定的基础上在上部使笔画打破对称规则，铭文中这种情况毕竟不是太多，因此只能将之视为一种变化的手法。



图 10-51
上部笔画采用
非对称结构
(中二 5 正面左鼓)



图 10-52
上部笔画采用
非对称结构
(中三 6 右鼓)

八、并列排布的笔画群组

铭文中并列排布的笔画群组也是一大特色。几个笔画间距相当，都在一个统一的步调中弯转，与楚人那种细腰长袖的婉转舞姿有异曲同工之妙。由于钟体铭文结构纵长，笔画粗细匀一，并列排布的笔画间距相当，自然显得畅快。仔细分析，并列排布的笔画群组大概可以分为笔画伸展方向一致和笔画伸展方向不一致两类。

第一种处理方法比较常见，这是楚系青铜器铭文中为增强装饰效果的常用手法。在编钟铭文中，这种手段的大量运用似乎又能与编钟音乐那种婉转流畅的韵律达成默契，见图 10-53 ~ 图 10-56。从笔画的表现力上说，多个曲笔的排布要比直笔群组柔和生动得多。

第二类多见于对称的结构中，几个笔画均匀分割空间，显示了很强的秩序感，性质上与小篆的对称结构中的笔画无异，只是笔画的长短有别，见图 10-57、图 10-58。

以上将各方面分开来分析，旨在说明一些具体问题，在铭文中这些处理方法都是综合运用的。一个字形中会同时运用几种形式处理方法，例如图 10-47 的“穆”字，同时运用了主次、纵敛、迎让三种方法。多种形式处理方式的大量灵活运用，不仅体现了曾侯乙编钟铭文自身的书法价值，也为后世书家提供了许多形式处理的借鉴。



图 10-53
多个笔画伸展
方向一致
(下二 1 反面钲间)



图 10-54
多个笔画伸展
方向一致
(下二 2 正面左鼓)



图 10-55
多个笔画伸展
方向一致
(下二 2 正面左鼓)



图 10-56
多个笔画伸展
方向一致
(下二 2 反面钲间)



图 10-57
笔画均匀分割空间
(下二 2 正面左鼓)



图 10-58
笔画均匀分割空间
(下二 2 正面左鼓)

第三节 章法器物 两相和谐

章法布局是指对一幅作品作整体布局和统筹安排的方法，它包括对每个字的结体和用笔的设计，对字群的调度、对行款的处理以及对印章的施用。当然，这里的章法布局没有那么复杂，它主要有两个方面，一方面是铭文作者要考虑如何把这些文字安排到这些编钟上，钟的数量和文字数量都是一定的，只能考虑既合理又美观地将文字分配到各个钟上；另一方面是铸造者根据钟体的形状设计了钲部的正梯形形状，根据钲部的特点，铭文的排布同样是呈正梯形布局，字与字之间的距离安排合理，字数较多就把字形按合适的比例缩小，反之则会根据空间的大小将字形纵向拉伸，两种情况对空间的分割都很恰当，既充分又美观地填补了空间，其他部位如左鼓、右鼓部的铭文同样是根据客观条件来布局，可以看出书刻者安排章法布局的出发点是以客观条件为基础充分美观的占有空间。如图 10-59 中，五行铭文中每一行与钟体篆带基本能够横向贯通，铭文与钟体纹饰配合得非常和谐。

曾侯乙编钟铭文本身的工艺装饰性质决定了其艺术性质并不能完全划入书法的范畴，不过在当时书刻铭文的时候，书刻者一定是精心安排，力求完美的。铭文在笔画、结构和章法的诸多处理方法都为书法的成熟提供了许多形式上的可能性。这些可能性都可以视为书法艺术中的某一元素。或许可以这样说，春秋战国时期的美化装饰性书体中，有很多技巧可以被后世书法所借鉴，这些技巧在当时只是为了追求铭文的美感和增加整体的装饰效果，但在无形之中它们都是日后书法艺术发展必不可少的积淀。



图 10-59 铭文的章法布局与钟体纹饰谐和相配(下一 1 反面钲间)

第三章 曾侯乙钟铭在花体字中的历史地位

一件书法作品自身的价值到底如何？其在书法史上能占据怎样的地位？只能通过把它与其同类作品相互比较才能得出客观的评价。曾侯乙编钟铭文这种风

格的金文在它之前和之后都没有出现过，它的价值与历史地位只有通过与其西周至战国时期钟体铭文和其前后同类装饰性字体^[1]的比较才能得出结论。

一、与西周至战国时期钟体铭文的比较

从西周至战国时期，目前来看主要的钟形青铜器（除曾侯乙编钟之外）有：西周懿王或孝王时期的癸钟，西周厉王时期的猷钟，西周幽王时期的柞钟，春秋时期楚国的王孙遗者钟、徐国的沈儿钟、许国的子

璋钟、越国的者刃钟、邾国的邾公华钟、邾公轻钟、晋国的郤钟、秦国的秦公钟，战国时期越国的能原钟、晋国的属羌钟。见图10-60～图10-72。

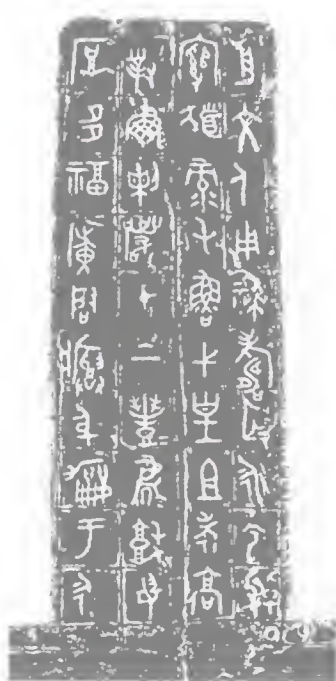


图 10-60 癸钟铭文拓片

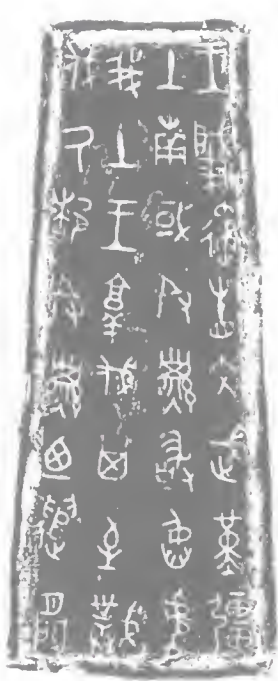


图 10-61 猷钟铭文拓片

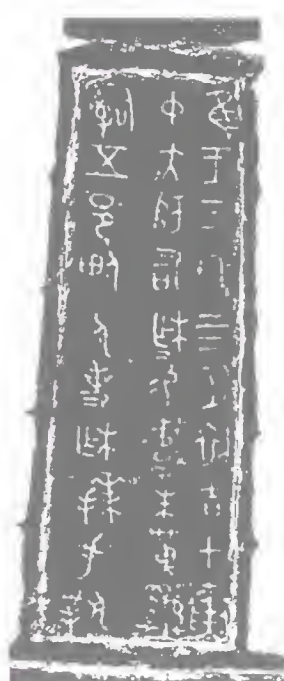


图 10-62 柞钟铭文拓片



图 10-63 王孙遗者钟铭文拓片

[1] 战国时代是“花体字”发展的最盛期，这一时期的“花体字”大概可以归为三类：一是笔画匀称爽利，多曲少直，婉转柔和，结构动感很强，与楚地的日常应用体、简牍上的文字很类似；二是纵向笔画超出一比例度的伸展，横画尽力靠近平行，结字修长，整体上婉转流畅；三是笔画故作盘曲状，结构纵长，在字形内部饰以鸟、虫、龙形，基本上可以看作装饰图案。曾侯乙编钟铭文从艺术风格来讲基本属于第二类。

这些器物数量很有限，从体系上讲都与曾侯乙编钟无法相比，这些铜器除缺钟、癸钟、秦公钟和虢羌钟铭文数量较多之外，其余的钟钲部铭文都比较少，书刻者相对容易安排布局。

从整体上看，包括曾侯乙编钟在内，所有的钟体钲部铭文都成正梯形布局，而且基本上每个钟的铭文字与字、行与行之间的距离都能处理得比较恰当、均匀。其中癸钟和虢羌钟还利用了界格，可以肯定的是对于钟体钲部铭文布局的方法自西周起便形成了一种模式并一直沿用下来。

从铭文来看，王孙遗者钟、沈儿钟、子璋钟、者刃钟、能原铸五钟的铭文都属美化装饰书体，字形也都有不同程度的纵向拉伸，值得注意的是这几件钟的铭文均属楚系，而其他几个钟的铭文则都是西周金文书风的延伸。在楚系的五件钟中，沈儿钟、子璋钟的铭文风格明显与王孙遗者钟的风格相近，者刃钟铭文还露出了鸟虫书的痕迹。仅从五件钟的铭文来看，曾侯乙编钟铭文字形的纵向伸展程度最大，规范化更强，章法布局更加应规入矩。从表面上看，似乎要比那五件钟的铭文更理性、更系统，但若进一步看，曾侯乙编钟铭文相对来说不太容易以笔墨去表现，也不太容易以书法的手段来调理。这里不妨先拿它与王孙遗者钟进行一下比较。首先从整体效果看，王孙遗者钟比较洒脱，由于字形结构只是稍有伸展，并且很多笔画

极其开张，整体上也比较疏朗；反观曾侯乙编钟铭文，由于字形结构纵向超过一般比例的拉伸，使得字与字上下的间距很小，而且基本上没有笔画横向开张，显得比较拘谨。其次，王孙遗者钟对字形的安排不像曾侯乙编钟那样严格，宽窄、收放、主次处理得灵活自如，字形大小参差，活泼生动。这样来看，从工艺美术的角度出发，自然是曾侯乙编钟铭文更加出类拔萃，因为工艺美术强调的是线性的协调、比例的匀称、风格的统一和整体效果的美观。但仅从书法的层面上看，王孙遗者钟由于其自身的特点，很容易以笔墨调理，当属古文字书法中的上品；曾侯乙编钟铭文虽说有自身一套规范的体系，而且字形内部各种处理变化的手段很丰富，然而其铭文结构超出一般比例的拉伸程度以及结字的拘谨很难直接用笔墨来重塑，因为在书法的审美中“自然”是非常重要的点，过于拘束和规范，反而会失掉一些自然的东西，甚至完全抹掉了艺术个性。这就好比唐代的隶书，正是因为其规范程式化达到了很高的程度，所以与自然生动的汉隶相比艺术性要低很多。

沈儿钟铭和子璋钟铭从书法和工艺美术两个角度看都没有多少值得称道的地方，越国的者刃钟与能原铸都带有很浓厚的装饰书体色彩，基本上属于前述春秋战国时期“花体字”的第三类，其铭文所显示出来的装饰美感是无法与曾侯乙编钟铭文同日而语的。



图 10-64 沈儿钟铭文拓片

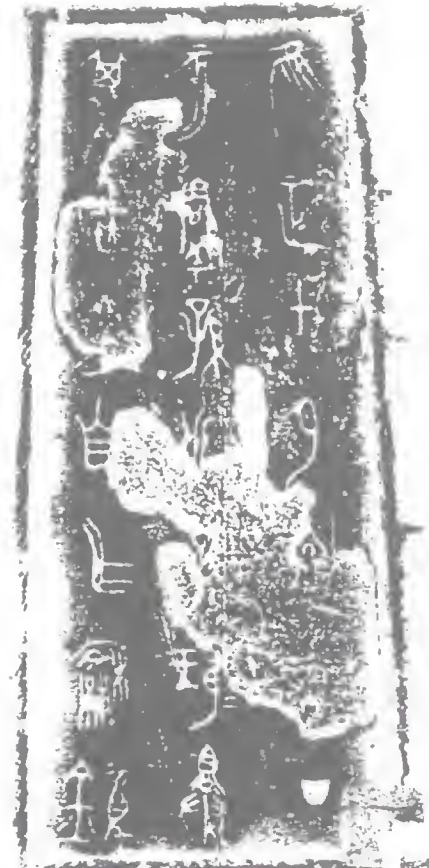


图 10-65 子璋钟铭文拓片



图 10-66 者刃钟铭文拓片

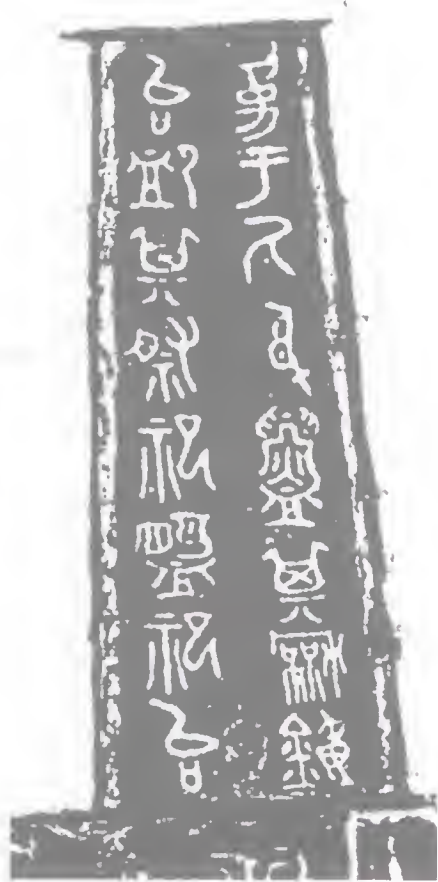


图 10-67 邾公华钟铭文拓片



图 10-68 邾公轻钟铭文拓片



图 10-69 邵钟铭文拓片



图 10-70 秦公钟铭文拓片



图 10-71 能原钟铭文拓片



图 10-72 蒯莒钟铭文拓片

二、与其前后同类“花体字”比较

在曾侯乙编钟铭文前后，与其铭文风格类似的作品主要有：春秋时期的蔡侯盘铭、蔡公子果戈铭、吴王孙无王鼎盖铭，战国时期的禾簋器铭、中山王𠔁鼎器铭和中山王𠔁方壶铭等，这些铭文大抵可与曾侯乙编钟铭文归于一类。见图 10-73 ~图 10-78。

上述器铭中最精彩者首推中山国的器铭，不仅字数多，而且工艺精良，装饰意味很浓，特别是一些字形重心偏上，秀逸颀长，圆转摆动的曲笔和间或出现的螺旋环曲，都与曾侯乙编钟铭文很相似。但是相比较来看，中山两器的铭文还是有其很浓厚的个性特点，字形结构的纵向伸展程度要小得多，很多字并没有把重心放在字形上部，而且左右横向距离也比较开阔，字形中一些横向伸展的笔画使得字势不会像曾侯乙钟铭那样单一。又，其笔画最大的特点是首尾尖利，类似于出锋状，并且富于粗细轻重变化的节奏，与三晋盟书中的手写体颇有相通之处，仿佛书刻者想要尽力表现书写时笔锋的灵活生动。这两件器铭中字形内部还出现了比较小的块面笔形，这看似不起眼的笔形在铭文的整体效果上却有着极为重要的作用。由于笔画多尖，以及笔画之间若即若离的状态，使得整体看起来轻灵洒逸，但若一味这样处理就会失之单薄，而在合适的位置借助块面笔形就在很大程度上弥补了这一点。曾侯乙编钟铭文中尖利的笔画只是起到了点缀和变化的作用，并没有出现块面现象。前面已经分析过，曾侯乙钟铭的曲笔婉转柔和极大地增强了字形的装饰效果，中山国这两件器铭中的曲笔相对没有那么复杂，弯转较少，往往体现出很强的张力。在制作工

艺和装饰效果上，中山国器铭与曾侯乙编钟铭文是不相伯仲的，只是前者比较强调笔画与整体效果，后者比较强调结体取势而已。但若从书法的角度来说，中山器铭要比曾侯乙编钟铭文更加适合于用笔墨表现，决定这一点最关键的因素就是两个作品结体取势的区别与规范化的程度。近世徐无闻先生对中山国器铭的笔墨调理便是非常好的例子。

蔡侯盘的铭文从几处保留清晰的地方可以看出其笔画形态比较单一，曲笔也没有完全把应有的美感表现出来，结体取势比较拘束，变化手段也很单调。蔡公子果戈上的铭文倒是与曾侯乙编钟铭文有几分神似，结体取势都是很大程度上纵向伸展，笔画质量比较高，曲笔在这里也得到了最大程度的运用和发挥，装饰意味要比曾侯乙钟铭更强。吴王孙无王鼎盖铭文的结体取势与曾侯乙钟铭近似，都是纵向拉伸，横向收敛，书刻者可以依字取势。仅从这几个字看，字形变化很灵活，而且书刻者章法布局的能力很强，“之”字纵向伸展，横向收得很紧，最下面“鼎”字是独体，“孙”字左右两部分也结合得很紧密，在这样的情况下，书刻者将“脰”字左右两边部分距离稍稍拉开一点，就使得八个字的布局顿时活了起来，这种安排方法在曾侯乙钟铭那里却不多见。禾簋器铭属齐国，通过它可以透视出齐地装饰书体的风格，该铭文字形长方，比例协调，笔画转折处方圆兼用，起收处兼用细尖形，风格劲健峻峭。大概是由于地域的差异，“已”字转折处过于僵硬，这样的处理较之曾侯乙编钟铭文中的曲笔处理所表现出来的美感差之甚远。



图 10-73 蔡侯盘铭文拓片



图 10-74 蔡公子果戈铭文拓片（局部）



图 10-75 吴王孙无王鼎盖铭文拓片

综上所述，从曾侯乙钟铭与其前后同类“花体字”的比较来看，曾侯乙编钟铭文字数之多，堪称先秦金文之冠，且铭文与纹饰呼应，整体上堂皇奇美，制作工艺精良，特别是最下层大型甬钟上的铭文在工艺和规范化方面与同类“花体字”相比，堪称翘楚。只是这样的铭文在书法范畴内有一定的局限性，很难用笔墨来直接表现，但是它所提供给我们的一些结构形式和处理方法则是非常有价值的。所以，客观地讲，曾侯乙编钟铭文在先秦书法史上是一种独树一帜的风格，它提供给我们一些很有价值的东西，但其自身的局限性使得它以及这一时期大部分的“花体字”都难以在书法史上占据十分重要的地位。



图 10-76 甬钟铭文拓片



图 10-77 中鼎铭文拓片

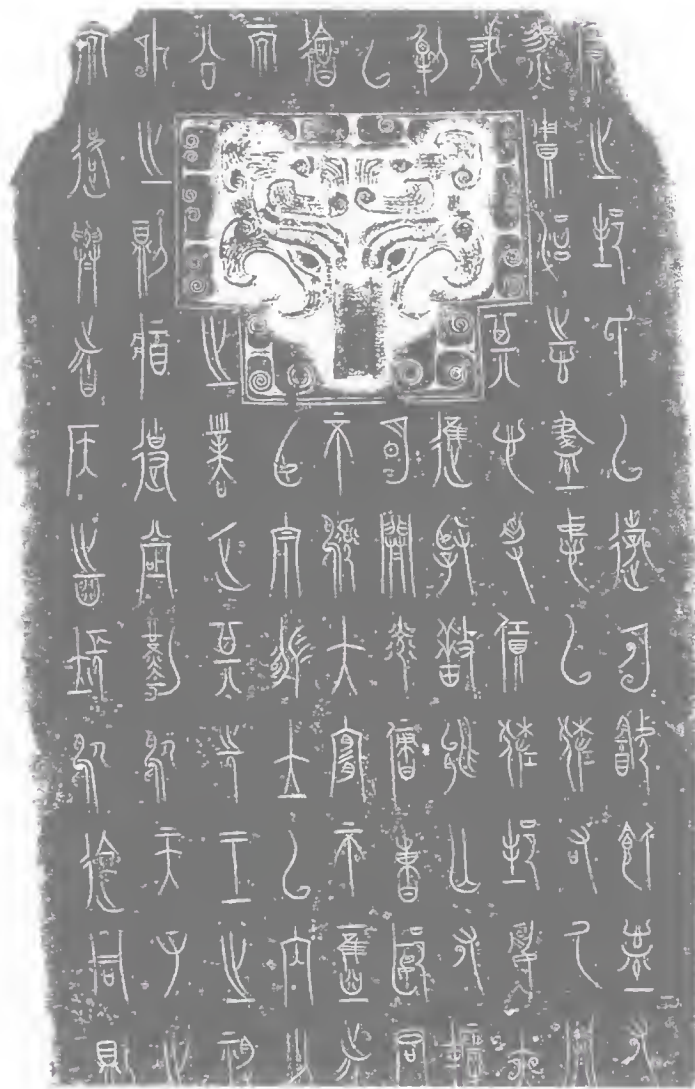


图 10-78 中鼎铭文拓片



铸造篇

曾侯乙编钟的铸造技术



编钟的前身是铃和铙。已知最早的铜铃出自山西襄汾陶寺遗址，属新石器时代晚期。^[1]河南偃师二里头遗址所出铜铃^[2]（见图 11-1），有钮、顶部有孔、可悬垂铃铛，形制较为规范，特别是铃体截面呈扁圆形，已具日后编钟雏形，而与欧洲古代的正圆形钟体有别。它是用双面陶范铸成的（图 1-2），使用了泥芯和自带泥芯（用来形成顶部的穿孔），这在当时是比较先进的技术。铃侧的扉最初可能是浇口的遗迹（侧浇），后来演化成为铃以至钟的附饰，兼能起到改善音响的作用。

最早的成组编列的乐钟是编铙，通常是三件一组，如殷墟大司空村、西区墓葬和河南温县所出^[3]；也有五件一组的，如妇好墓出土的编铙^[4]（见图 11-2）。它们的共同特点是甬部中空、横截面为扁圆形、曲于。铙



图 11-1 偃师二里头四号墓铜铃

的形体比铃大，铸型工艺也较为进步，由侧浇改为倒浇（见图 11-3），多以弦纹或兽面纹为饰，铭文多为阴文，也有铸成阳文的。^[5]



图 11-2 殷墟妇好墓铙

由铙制变为钟制，是在西周早期。已知年代最早的是陕西宝鸡虢国墓地竹园沟七号墓所出 3 件甬钟，约当康昭时期^[6]。它们的特点是甬上有甬，甬部中空、

有旋、有斡，钲部有枚。与后来的甬钟相比，它们的形制较为简陋，鼓部内腔无音脊之设置，也无磨砺的痕迹，说明未经调音。测音的结果表明，钟的组合尚未形成完整的音阶规律，但各钟都为双音且接近大三度音程结构。西周中期的长缶编钟，出自西安普渡村，为穆王时所铸，已明确构成大三度音程。扶风出土的西周编钟，除 1 件为大三度音程外，其余 6 件均为小三度，音响结构趋于定型。钟腔内部于鼓部正中和侧鼓部位多有错磨痕迹，表明已掌握了调音技术。钟位由倒置（铙口向上）改为悬挂式（钟口向下）也是重大的进步，不但挥槌自如，而且推动钟制发生变化。春秋早期又出现直悬的钮钟。从陶寺铜铃演进至其巅峰——曾侯乙编钟的铸制，钟的形制和铸造方法、铸型工艺的相互制约与相互推动，历时约两千年。

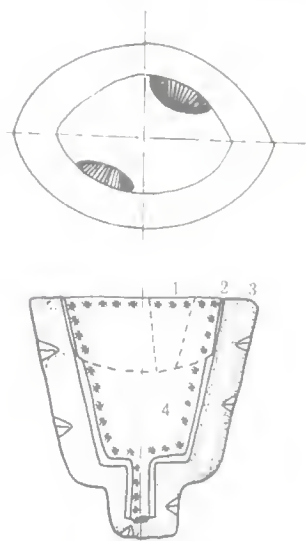


图 11-3 铙的铸型
1. 浇口 2. 出气口
3. 铸范 4. 泥芯

[1] 中国社会科学院考古研究所山西工作队、临汾地区文化局：《山西襄汾陶寺遗址首次发现铜器》，《考古》，1984年第2期。

[2] 中国社会科学院考古研究所洛阳发掘队：《河南偃师二里头遗址发掘简报》，《考古》，1965年第5期。

[3] 马得志：《1953年安阳大司空村发掘报告》，《考古学报》，1955年第9期。杨宝成、杨锡璋：《1967—1977年殷墟西区墓葬发掘报告》，《考古学报》，1979年第1期。杨宝顺：《温县出土的商代铜器》，《文物》，1975年第2期。

[4] 中国科学院考古研究所安阳工作队：《殷墟小屯五号墓发掘简报》，《考古学报》，1977年第2期。

[5] 陈梦家：《殷代铜器》，《考古学报》，1951年第7册。阳文铭铙出自大司空村312号墓。

[6] 卢连成、胡智生：《宝鸡虢国墓地》上册，北京：文物出版社，1988年，第96-97页、第558-561页、第651-653页。

第一章 铜料来源

第一节 江南铜矿的早期开发

中国铸铜的历史可上溯至新石器时代中晚期，但当时多是以自然铜来制成红铜器。人工采冶红铜可能要稍晚，不过在新石器时代晚期已显露端倪，湖北天门石家河文化遗址出土的铜块和孔雀石，有可能即为人工采冶所得。

从文献记载来看，我国的铜矿开采，也大约始于新石器时代晚期。据神话和传说，青铜兵器始于黄帝、蚩尤之世。《管子·地数》说：“葛卢之山发而出水，金从之，蚩尤受而制之，以为剑、铠、矛、戟，是岁相兼者诸侯九；雍狐之山发而水，金从之，蚩尤受而制之，以为雍狐之戟、芮戈，是岁相兼者诸侯十二。”《中

华古今记》也说蚩尤“造立刀戟、兵杖、大弩”。“金”就是铜和铁。当时有铜无铁，铁直到春秋时期才开始用于制作器物。蚩尤凭借着先进的青铜兵器，几乎所向报靡。黄帝与蚩尤之间所发生的战争，“九战九不胜”。后来黄帝采掘昆仑之山的铜，铸造兵器，改善装备，再联合了一些部落之后，才打败了蚩尤。

黄帝、蚩尤是新石器时代末期两个部落的首领，正是青铜兵器成为了左右他们之间战争胜负的利器。从黄帝、蚩尤两个部落都大量铸造青铜兵器的传说来看，当时可能已开始了铜矿的开采。长江流域的先民们对铜矿的开采，应与此时相去不远。

一、铜矿的分布

中国的铜资源以斑岩型矿、矽卡岩型矿、层状及层控型矿为主，三者合计约占全国总储量的 70% 左右，其余则为铜镍型矿、黄铁型矿和含铜砂岩型矿。

中国的铜矿资源有着既广泛而又相对集中的分布特点，全国绝大部分省、市、自治区都有铜矿存在，而主要矿区却集中在少数地区，如长江中下游铜矿带，川滇地区的云南东川、易门等矿区，中条山矿区和甘

肃的白银厂、金川矿区等四大矿区，这四大矿区的储量占全国总储量的三分之二以上，其中，又以长江中下游铜矿带居于首位，包括阳新在内的湖北大冶矿区为中国五大铜基地之一，辖下的铜绿山矿为国内屈指可数的大型富铜矿藏，素有“状元矿”之称。江西又称“铜省”，其铜矿资源占全国总储量的 30% 以上，主要矿山有德兴、瑞昌、九江、铅山和东乡五处。安徽

境内发现有铜矿点两百余处，约 90% 的储量分布于长江两岸的铜陵、南陵、贵池、安庆等地。江苏的铜矿区则位于宁芜盆地的中段西翼。^[1]

作为中国最大的铜矿带，长江中下游铜矿带的主要矿区如大冶铜绿山、瑞昌铜岭、铜陵铜官山等都属于矽卡岩型矿床，其侵入岩多为燕山期的中酸性岩浆岩（以花岗闪长岩类为主），围岩则多为碳酸盐岩。矿石品位较高，富矿约占 40%。^[2]

该铜矿带的各铜矿，经过长期风化作用，次生富集的氧化带厚达数十米至百米，适合于古代技术条件下开采、冶炼。而皖南地区的铜矿藏虽多数为不具备现代工业采冶价值的小矿点和矿化点，但由于矿石品位高，距地表浅近，恰巧利于古人找矿和采冶。^[3]

二、殷人南下与掠铜

中国的铜矿资源所具有的既广泛而又相对集中的分布特点，决定了红铜原料的生产和青铜成品铸造的分工，这种分工的出现可能已早到商代。早期铸铜业的中心在中原地区，为诸夏所掌握，而几个大的红铜产区则分布在中原的周围，其采冶者是当时的所谓蛮夷戎狄。中原王朝势力向周边地区的推进，与为获取铜锡资源不无关系。

1976 年，在河南安阳殷墟发掘的妇好墓，共出土青铜器 460 余件，有礼器、乐器、生产工具、生活用具、武器、车马器、艺术品、杂器等 8 类。铸造技术先进，用浑铸法和更为先进的分铸法，铸造了一批器大体重、纹饰精美的器物。这批器物代表着当时青铜冶铸技术的最高成就。器物总重约 1625 千克，如按富矿每 20 吨矿石能冶炼 1 吨铜计算，就需矿石 30 吨以上。在殷墟除妇好墓之外，还出土了许多青铜器。可见，商王朝对于铜料的需求量是非常大的。

殷人统治的中心区域中原地区也产铜。日本学者天野元之助曾认为古代河南境内有 6 处铜矿、6 处锡矿；山东境内有 2 处铜矿、2 处锡矿；山西境内有 15 处铜矿和 6 处锡矿；河北境内有 4 处铜矿和 1 处锡矿。中国学者石璋如根据古代地方志与近代矿业地志查出全国 124 个县有出铜的记录，其中位于中原的，山西有 12 处，河南有 7 处，河北有 4 处，山东有 3 处。如果

自进入青铜时代之后，铜料就成为了整个社会物质文化的主角。因此，铜料产地为许多典籍所著录。其中被著录最多的铜产地首推荆、扬二州。《禹贡》说：“荆有衡阳惟荆州……厥贡……惟金三品”，“淮海惟扬州……厥贡惟金三品”。所谓“金三品”，有人说是指“铜之色也”，意指不同质地与色泽的原料。《汉书·地理志》也说：“……东南曰扬州……其利金、锡、竹、箭……正南曰荆州……其利丹、银、齿、革等……”此外，《考工记》《越绝书》《史记·货殖列传》等史籍也多次提到“吴粤之金锡”。“荆扬……左陵扬之金”，“江南金锡”等等。上面所述的“金”就是指长江中下游铜矿带所出产的铜料，这也是这一上占产铜中心当时盛产铜料的真实记录。

以安阳为中心，则在 200 千米以内的铜矿，山东有一处（济南），河南有 3 处（鲁山、禹县、登封），山西有 7 处（垣曲、闻喜、夏县、绛县、曲沃、翼城、太原）。据此，他认为“商代铜矿砂之来源，可以不必在长江流域去找，甚至不必过黄河以南”^[4]。

上述二位学者基本上是根据汉代以后的文献记载而得出的结论，根本无法确证这些矿在商代是否即已被利用。美籍学者张光直即曾指出：天野元之助和石璋如的研究“令人信服地表明商代的矿工有可供利用的铜锡矿，但是他们都并未证明这些铜锡矿是否确定已被商人开采。为了这一点，我们必须在矿区找到考古学的证据或者能将在安阳发现的矿石与某一矿区联系起来的科学证据”。事实上，中原地区的这些铜矿储量既不大，品位也不高，以当时的技术条件，即使开采也难以满足大规模的需要。何况此类贫矿，即使开采得早，枯竭得也必快。商代青铜器的铸造那么繁盛，岂能取足于此。

为满足铸造青铜器的需要，商王朝就必须寻找其他出路，盛产铜料的长江中下游地区理所当然地为其所必争了。为建立稳定的铜料供应基地，殷人在位居长江中游的湖北黄陂盘龙城建立了军事据点。盘龙城既是商王朝伸向长江流域的桥头堡，也是铜料运输线上的中转站。

[1] 华觉明、卢本珊：《长江中下游铜矿带的早期开发和中国青铜文明》，《长江文化论集》，武汉：湖北教育出版社，1995 年。

[2] 王道华，等：《长江中下游区域铜、金、铁、硫矿床基本特征及成矿规律》，《地质专报——矿床与矿产》，第 7 号。

[3] 华觉明、卢本珊：《长江中下游铜矿带的早期开发和中国青铜文明》，《长江文化论集》，武汉：湖北教育出版社，1995 年。

[4] 石璋如：《殷代的铸铜工艺》，《历史语言研究所集刊》，第 26 期，1955 年。

考古资源表明，殷人曾在大冶铜绿山古矿冶遗址周围活动过。在铜绿山附近已发现多处商代的冶铸遗址和其他有关遗迹，也出土过带族徽“𠂔”的铜器。安阳殷墟已发掘出的商代铸铜遗址至少有4处。在小屯村东北曾出上一块重8.8千克的孔雀石和一块重21.8千克的炼渣，有人即认为这块孔雀石为炼料。但苗圃北地和孝民西地这两个商代铸铜手工业遗址在大面积发掘之后，都没有发现铜矿石。发掘者认为：“这里虽有丰富的炼渣、坩锅片和各种陶范，但绝不见矿石的存在，说明这是铸造铜器的作坊，而不是冶炼的场所。我们完全有理由推测，当时先在铜矿附近冶炼成铜块再运到这里加工，自然不容易见到铜矿石的存在了。”^[1]有专家对殷墟妇好墓和宝鸡强国墓地铜器试样作铜同位素比值测定，并与已知中国各地区铅矿作比较，表明部分矿料有可能来自铜绿山及其邻近矿区^[2]。这是以现代检测手段揭示长江中下游铜矿带所出铜料的可能去处的初步成果，也是张光直等学者在若干年前欲知而未能知道的结果。

殷人凭借着强大的武力牢牢控制着铜料基地，有卜辞记：“乙未（卜）贞：立事于南，右从（我），中从舆，左从曾。”^[3]从字体看，此卜辞属武丁偏晚时期遗物。武丁是商代后期“复兴殷道”的一代名王，文献记载曾用兵于南土，《诗·商颂·殷武》所记：“挾彼殷武，奋伐荆楚。”即是描写武丁的事迹。

三、鄂东南和赣西北古铜矿的开采

优越的地质成矿条件，决定了长江中下游的铜矿得以为上古先民们所大量开采，并遗留下众多的老窿（古矿井的俗称）。迄今已在湖北的大冶县、阳新县，江西的瑞昌市，安徽的贵池、枞阳、铜陵、南陵、繁昌、青阳、泾县、庐江县以及江苏的南京市等，共发现了商周时期的铜矿采冶遗址一百余处，其中经过较大规模的考古发掘的采矿遗址有铜绿山、港下、铜岭、南陵等。^[5]

在上述古矿冶遗址中，考古资料表明江西瑞昌的铜岭遗址早在商代中期就开始了红铜的采冶。

商代，殷人称南国上著为荆，《诗·商颂·殷武》写道：“维女荆楚，居国南乡。”所谓南乡，本来是指大别山、桐柏山北和伏牛山东的中原南部，后来随着殷人向南开拓而同步向南展宽。殷人南下，荆人在殷人的压力下，多数屈服，少数逃散。^[4]可见，《诗经》所记为商王武丁时的一场军事行动。而卜辞与《诗经》所记是否为同一件事，则不得而知。卜辞中我、舆（举）、曾皆地名。曾，在周代是一诸侯国，其地望在湖北汉水流域。我，当在曾、举附近。立事即莅事，意即治事、视事。南即南上。左、中、右，指商王朝的军队，甲骨文中有“王作三（师），左、中、右”的记载。在明显无强大敌人的情况下，商王武丁亲率三军驾临汉水流域，其目的何在？

殷人建立盘龙城这一据点，虽为时过早，但在武丁之前，商王朝曾几度中衰，“诸侯或不至”。在此情况下，殷人曾经控制过的铜矿很有可能为某些方国所觊觎，或者甚至一度对这些铜矿失去控制。商王武丁亲临汉水流域，无疑是在重新声明对该地区铜料生产基地的控制权、所有权。殷墟妇好墓出土的青铜器，应是商王朝重新牢牢控制铜料生产基地之后最直接的反映。殷人既有效地控制着铜料生产基地，又掌握着高超的青铜铸造技术，商代青铜文化因此得以迅速发展，形成中国青铜文化发展史上的第一高峰。

瑞昌铜岭古矿冶遗址发现并发掘于1988年。^[6]该遗址原始地貌保存完好，地层清楚，从上至下可分为11层：其中第7层下出现春秋时期立井和木支护架，在第11层下发现立井（J11）和平巷（X1）等遗迹。

发掘工作者在综合研究的基础上，判定在11层下的立井（J11）和平巷（X1）属于商代中期的遗迹，其理由有三：

其一，正是由于地貌破坏较少，地层堆积清楚，从地层堆积上可以推定其相对年代，11层下的立井和平巷显然是最早的。

[1] 中科院考古所安阳发掘队：《1956-1959年殷墟发掘简报》，《考古》，1961年第2期。

[2] 金正耀：《晚商中原青铜的矿料来源研究》，《科技史论集》，北京：中国科技大学出版社，1981年。

[3] 《续编》，62。

[4] 张正明：《楚文化史》，上海：上海人民出版社，1987年。

[5] 卢本珊：《中国商周采矿技术》，《中国科学技术史国际学术讨论会论文集》，北京：中国科技出版社，1992年。

[6] 江西省文物考古研究所铜岭遗址发掘队：《江西瑞昌铜岭商周矿冶遗址第一期发掘简报》，《江西文物》，1990年第3期。

其二，从出土的陶器可推定其大致年代。在立井（J11）底部出土的以敛口、折肩、麻花形把、粗绳纹为特征的陶器为商代中期的典型器物，与部分二里冈上层出土的同类器相同。同出的Ⅰ式、Ⅱ式陶鬲口沿，侈口、方唇、高颈或束颈。颈下饰附加堆纹的特征，与清江吴城一期的Ⅰ式陶鬲和郑州二里冈上层的Ⅴ式陶鬲相近似。在工棚遗迹中出土的一件侈口、方唇、高颈、折肩、深直腹圜底罐，颈饰多道凸弦纹，腰上部饰云雷纹，近底部饰叶脉纹，从该印纹硬陶罐的折肩、圜底等造型特征以及拍印有云雷纹、叶脉纹的几何纹样看，明显具有商器作风，在江西的清江吴城、万年肖家山和鹰潭角山等商代遗存中均有相同的发现。

其三，从遗址出土木样的碳 14 检测数据可推定其绝对年代。铜岭遗址的木样分别经中国科学院西安黄土与第四纪地质研究所、北京大学考古系实验室检测，其中多数典型遗迹单位的检测数据较一致，如发现于 11 层下的 J11 立井，西安和北大分别测定其年代为距今 3310 ± 60 年和 3330 ± 60 年，几乎完全相同。又如平巷（X1），西安和北大分别测定其年代为距今 3270 ± 55 年和 2970 ± 100 年，如果考虑将其误差的年代拉平，则各自实际的年代也基本接近。再如与 X1 相近的 X2，西安和北大分别测定其年代为距今 2950 ± 50 年和 3040 ± 60 年，相差无几。

根据上面所述，诸如 J11、X1 等遗迹所出土的典型陶器所代表的年代与该遗迹单位的木样测定年代是基本相符的，因此，判定瑞昌铜岭古矿冶遗址开采年代的上限为商代中期，无疑是可靠的。

考古发掘表明，铜岭古铜矿的开采技术已达到一定的水平。找矿是采矿的前提，上古先民寻找矿物的方法主要有三种，即根据植物指示，或者观察矿石颜色，或者根据矿物共生原理。

指示各种地下矿产的植物，叫做指示植物，据初步统计，世界上已报导的指示植物至少有七十余种，所指示的矿物有铜、铁、锰、铀等。铜岭铜矿的地表层普遍生长着一种铜草花，俗称“铜锈草”，学名“海州香薷”（*Eish. Ltziasp-ienderns*），这种植物偏喜铜，如土壤中铜元素含量高，就必定生长茂盛。铜岭铜矿的主要铜矿物为孔雀石、蓝铜矿和自然铜。孔雀石因

其光泽美丽，犹如绿孔雀之羽翎，故冠以“孔雀石”之名。时常露出地表的孔雀石成为了当时找矿的指示物。

根据诸矿共生原理找矿的方法也早已为上古先民们所掌握。《管子·地数》中记：“上有慈石者，下有铜金。”慈石即为铁帽。铜岭矿为铜铁共生矿床，上部大多为铁帽区，它标志着在铁矿床之下有铜金属的存在。

当根据上述种种迹象在地表找到铜矿后，接着就是探矿。中国古代有专门探矿的官员。《周礼·地官》记：“冏人，中士二人，下士四人，府二人，史二人，胥四人，徒四十人。”“冏”即矿，是中国文字史上记载“矿”的最早字符，冏人作为负责管理矿山的官员，要勘察各种金属矿石的分布情况，并派人看守。铜岭古铜矿遗址表明当时的探矿方法，是从矿脉露头处的地表开掘出一条半地穴式探槽，当追踪到富矿带后再转入立井开拓。

探矿之后就是开采，铜岭铜矿的开采方法可分为两大类，即露天开采、地下开采。但从商代中期开始，铜岭矿就已采用以露采为辅，坑采为主的采矿方法。由地表向下开掘直达矿体的巷道，形成了提升、运输、通风、排水等地下开采方法。^[1] 铜岭商代地下开采方法主要有两种，即单一开拓法和联合开拓法，主要采用前者。

单一开拓法即竖井开拓法。井筒断面呈矩形，净断面约 70×90 平方米，开采深度较浅。其原因在于矿石埋藏浅，矿层极薄，往往孔雀石开采完毕即开拓结束。可见，浅井并非表示开拓方法简单，而恰恰反映了因地制宜，视矿藏情况而定的开拓方式。

联合开拓法是竖井至平巷联合开拓法。目前所发现的这种方法规模较小，是依地形和矿体的相互关系，即矿脉从山坳延伸至山腰内而分步骤确定的开拓方法。如 J24 与 X3 贯通，其开拓工作线是从山脚顺矿体到山腰。在竖井底部开拓平巷或斜巷，工程量小，运输简易。

铜岭商代的坑采虽然根据矿岩的不稳固状况进行地下采空区的地压管理，但开采方法还处在草创阶段，井多巷小，开拓面较窄。在这里直到西周时期才逐渐形成采矿方法。

[1] 刘诗中、卢本珊：《江西铜岭铜矿遗址的发掘与研究》，《考古学报》，1998 年第 1 期。

随着竖井的出现，竖井支护也随之产生了。铜岭矿区商代中期的竖井支护为同壁碗口接内撑式框架，由四根圆木吻接线矩形框架，另两根砍削成碗口状托槽的圆木为内撑木，内撑木直径稍大于被撑木，以免劈裂。被撑木两端嵌入围岩内，脚约26~34厘米。井筒断面约70×90厘米或80×92厘米。同一矿井的支护框木规格较统一，可见井框构体为预制件。井框与围岩间插入密排径2~2.5厘米的木棍，有的还在框架与壁间敷草席。

商代晚期竖井支护结构大致与中期相似，不同的是在两根撑木的基础上，另加两根碗口结半圆木内撑，平面朝内，弧面向外，通过增加支点来加强井框的支撑力。

平巷出现后，平巷比竖井更需要支护，因为平巷比竖井的支护难度大，它不但要抵御侧压，还要抵抗顶压和地鼓。铜岭矿区商代中期的平巷是采用碗口接榫架式结构支护，与同期竖井框架相似。其顶梁和地袱木直径8厘米，立柱直径9厘米，立柱高78~84厘米，立柱两端砍削成碗口状托槽，以支接顶梁和承接地袱。顶棚无遮盖物，巷帮也无栏木，为不完全棚子。

商代晚期则采用开口贯通榫接榫架式平巷支护，如X1的柱脚为圆周截肩单榫，柱头为开口贯通榫，下凹处宽2厘米。顶梁两端为单榫，与柱头贯通榫接，地袱两端有卯眼承接柱脚榫，组成框架。顶棚和巷帮排列中小木棍，形成完全棚子。

在平巷和竖井相交的地方，有一种特殊的支护结构，即马头门。铜岭古矿中所发现的商代马头门以J12为代表，它是在竖井底部另立两根直径6厘米的柱子，两立柱靠于竖井同一方向两角落，在这之间用横向圆木从内向外撑住，形成H型转角，通向巷道的纵向棚木即架于此上，由此引入巷道。

由上述商代的竖井、平巷和马头门的木支护工艺，可知铜岭古矿区在当时已达到了一定的水平。这种木支护工艺既符合维护控制压力的需要，又注意到便于安装，容易加工，架设方便等优点，应是古代矿工们经过长期实践和分析比较而选定的，是一种用于较松围岩的经济合理的支护形式。甚至还可以说，铜岭古矿区的商代矿井所采用的木支护结构在世界范围内也是最早的。

开拓井巷的目的是为了采掘矿石，当时的破岩掘进工具有斧、镑、凿、钺等，发现的商代铜凿类似当今木工所用的铁凿形，为长身、釜内，单斜刃。

将矿石从矿井提升至地面，是采矿过程中难度最大的工艺，在铜岭古矿区发现有6件提升机械工具，为中国先秦时期矿用机械工具发现最多的一批。其形制各异，时代早晚有别。其中一件滑车（编号89采：01）出土于商代地层，经碳14测定为距今 3240 ± 80 年。滑车采用直径35厘米的圆木加工而成。滑车宽32厘米，两侧各有2齿，齿顶距轴孔中心距离为17.5厘米。滑车绕绳的旋转面宽12厘米，直径25厘米。轴孔中间部位直径大，为7.5厘米，两侧直径小，为5.5厘米。在两侧的齿间分别凿有与轴孔相通的两个斗状斜向孔，孔口尺寸为3×2.5厘米。此件滑车的结构颇具特色，它的轴孔中间部位直径大，直径较小的两端形成了滑动轴承。这种结构减少了轴承与轴的摩擦面及摩擦阻力，与现代滑动轴承的设计原理一致。滑车的两端各有一个径向与轴承相通的斗状侧孔，这两个孔有可能是用来加注润滑剂的，以便减少摩擦阻力，延长轴与轴承的使用寿命。

至于铜岭古矿区商代矿井的排水、通风、照明等方面，也有所发现。如在J94商代矿井中，发现有木桶、木撮瓢等，这些都是用于排水的工具。

选矿则是探矿的一种补充形式。早期选矿有人工手选和重力选矿两种，后者又有淘洗法和溜槽法，这是主要的选矿方式。淘洗法是用诸如船形木斗等工具，利用水介质中矿物岩石粒料比重的差异来分选铜矿物，以确定铜矿石品位的高低，指导井巷的推进方向。在铜岭古矿井中所发现的商代淘洗工具是一种勺形淘洗盘，长25.5、高3厘米，胎薄，最薄处仅0.5厘米。整器用木块加工而成，制作精致。

上述考古发掘资料表明，铜岭古矿区在商代即得到较具规模的开采，所采冶的红铜一部分流向了中原地区，为商王朝大量铸造青铜器提供了一定的物质保证。与此同时，长江中游地区的先民们在中原青铜文化的影响下，充分利用当地盛产的红铜资源，也开始了青铜器的铸造，并得到迅速发展，盘龙城出土的四百余件商代早中期青铜器可为例证。

第二节 楚控铜矿及其开采

《史记·楚世家》记楚庄王观兵于周郊，问周室九鼎的大小轻重，扬言：“楚国折钩之喙，足以为九鼎。”周王室的九鼎象征着王统和国祚，诸侯们是不应该去打听它们的大小轻重的。楚庄王居然要问，可见它自

信已有足够的力量去实现五代祖熊通的未遂之志——“观中国之政”了。那时，铜的多少与国的强弱大致成正比，从楚庄王的志骄气盛可看出，楚国当时确实控制着大量的铜矿并盛产红铜。

一、楚国对中游地区铜矿的控制

早在商代便已开始开采的铜矿——大冶铜绿山铜矿、瑞昌铜岭铜矿，在两周之际还属于扬越所有。^[1]在此之前，虽有熊渠“兴兵伐庸，扬越，至于鄂”之举，并颇有所得，但楚国没有长期地占领这块宝地。这一时期，包括曾国、鄂国在内的诸侯国都有可能染指铜矿。

长江中游地区的铜矿当在春秋中期归属楚国。

《史记·楚世家》记：楚文王时，“楚强，陵江汉间小国，小国皆畏之。”正因为文王时楚国已威慑江汉诸邦，无后顾之忧，故成王即位后，“布德施惠结旧好于诸侯。使人献天子，天子赐胙，曰：‘镇尔南方夷越之乱，无侵中国。’于是楚地千里。”（《史记·楚世家》）“所谓夷越当即扬越。”^[2]楚取得南镇扬越的合法权利后，便向东、向南拓展疆土，在短短的十几年时间内灭弦、灭黄、灭英、灭徐，从而“楚地千里”。《史记·齐太公世家》称：“楚成王初收荆蛮而有之”。所谓：

“荆蛮”，有两种涵义：一是如蛮的荆人，与楚人同源；二是荆地的蛮人，扬越也包括在内。因此，楚成王收有扬越之地，应是无疑的。在楚成王时，不仅铜绿山，还有阳新港下、瑞昌铜岭等古铜矿都成为了楚国的囊中之物。^[3]

楚国自从牢固地占领铜绿山等产铜基地之后，就如虎添翼了。顾炎武说：“周命楚子熊浑镇定夷越。其后吴避越，越避楚，其子孙皆遂蛮僚。”^[4]

楚国据有铜矿后一跃成为青铜之乡，《左传·僖公十八年》记：“郑伯始朝于楚，楚子赐之金。既而悔之，与之盟曰：‘无以铸兵’”楚国顾虑郑国用所赐之铜铸造兵器，则铜的数量当不少。楚庄王观兵周郊，问九鼎之轻重后说：“楚国折钩之喙，足以为九鼎！”这诚然有炫耀的成分，但多少透露出楚国铜产之饶及其在国际交往中举足轻重的地位。

二、采矿及其技术成就

在长江中游地区所发现的古矿冶遗址中，瑞昌铜岭、大冶铜绿山早在商代便开始了红铜的采冶，阳新港下的上限也达西周时期。在春秋时期，这些古铜矿的采冶技术已达到较高的水平。

1. 采矿

在春秋时期，各矿区都用坑采为主要的采矿方式。坑采方式由围岩而定，围岩坚硬，掘进形成洞穴或地下采场。围岩松软，则由用木结构支护的井巷开拓。长江中游铜矿带多是用木结构支护的井巷。

[1] 张正明、刘玉堂：《大冶铜绿山古铜矿的国属——兼论上古产铜中心的变迁》，《楚史论丛》，武汉：湖北人民出版社，1984年。

[2] 罗香林：《中夏系统中之百越》，独立出版社，1943年，第550页。

[3] 彭适凡：《关于瑞昌商周铜矿遗存与古扬越人》，《江西文物》，1990年3。

[4] 《天下郡国利病书》卷103“广东·洞僚”。

进行坑采，首先是开掘矿井。铜绿山、铜岭等地的古矿井一般都是开掘在不同类型岩石的接触带上，这里比较破碎的岩石，适于当时矿工们所使用的比较原始的工具进行开掘。

在商代即已形成的“竖井（或斜巷）——平巷”的联合开拓系统，在春秋时期已非常完整，大冶铜绿山古铜矿即采用了竖井——平巷——盲竖井——平巷的联合开拓方法。^[1]

在铜岭矿区，西周晚期开始出现采矿主井，这种井是人员上下和运输的主要通道。如J37，井体明显大于同时期矿井，上部已被筑路时掘去约350厘米，考古发掘清理井深842厘米。采用激电测深方法，获知现存井深为11米，并测知井底与一巷道相通，巷道走向北东向85°，向北东方向延伸约15米。该井的井口毛断面南北长259、东西宽178厘米，井体上部有木梯供人员上下。井体的下部在南部开小井，通过小井抵达深部采场。

春秋时期为了扩大采场，除矿井底部有平巷外，还出现了中段平巷，如J57，方形井筒、净断面边长82厘米，马头门设在竖井下至326厘米深处，通过马头门进入X17，当X17开拓完毕，又继续下掘井筒至底部，再转入底部平巷，形成水平分层开采方法。

当时所开拓的井巷断面呈矩形或正方形。铜岭、港下区域的井筒毛断面面积稍大，商代为90×100厘米，西周时期更大。主井井筒呈“日”字形框架格子支护，一边格子作提升矿石的通道，另一边格子专供矿工通行。西周早期的井筒毛断面积为160×260厘米，西周晚期为340×460厘米。至春秋晚期，由于铁制采掘工具的使用及支护方法的重大改进，一般的井筒断面都较大，铜岭为270×270厘米，铜绿山竖井井筒规格比上述二者相应时代的井筒都要稍小一些，西周早期的毛断面面积为60×60厘米，春秋时期为100×100厘米，战国时期为150×150厘米。^[2]

纵横交错的井巷得以掘成，当时主要采取了两种方法，即工具破碎与火爆破碎，破岩的速度与井巷拓进的速度是成正比的。

火爆破碎始见于新石器时代的采石场，它是用火加热岩石，使其内部结构遭到破坏，形成裂隙，然

后用尖状器楔入和破碎。铜绿山4号矿体出土有相关遗物。

采掘工具在各古铜矿遗址中均有出土，以铜、铁、木为原料制成。其中的斧、锛、锤、钺、凿、钻等为采掘的重要工具，用来凿岩石，开掘井巷。大冶铜绿山古矿冶遗址中曾出土铜斧、铁斧等数十件，仅从12线一处老窿中就有11件形制相同的铜斧出土。斧长25、刃宽22厘米，重3.5千克，这批铜斧的化学成分经测定为：铜90.27%、锡6.25%、铁1.05%、锑0.18%、铅0.15%、铝0.02%、锌3.01%。^[3]湖北省博物馆收藏有一柄特大型铜斧，出土于铜绿山古矿井附近，重约15千克，可称之为“铜斧之王”。该铜斧出土时表面基本上无锈蚀，但其刃部磨损严重，表面布满了与刃部呈垂直方向的划痕，有的划痕很深，应是在开采矿石或凿井时与岩石等强力摩擦而形成的，无疑是一件用于采掘的实用工具。

包括这件特大型铜斧在内，所有上述古铜矿遗址出土的斧和锛，都是采用直装木柄。阳新港下古矿冶遗址出土的06号铜锛，全长6.8、釜长3.5、釜宽3.1厘米。在其旁边发现有一细木柄，粗3×4、长约30厘米，一端砍削成扁圆尖形，有明显的纳釜痕迹，将木柄尖纳入06号铜锛釜内，正好套合。^[4]大冶铜绿山出土的4件铁斧，全为铸铁件，外形与铜斧相近，其中一件带有保存完好的木柄，木柄也为直装，全长47厘米，其中有7厘米纳入釜内。这柄铁斧木柄的上端因长期捶击而产生的“翻毛”状痕迹还保存完好，木柄上端有为防止捶击时木柄开裂而特意设置的4道箍箍。^[5]

木柄直装，很显然是当时斧、锛这类采掘工具的最佳选择，它既便于手持木柄冲击岩层，也可以与锤配合使用。

上面提到的工具破碎主要有两种方法：其一，是用直柄铜斧（铁斧）立于岩面之上，使斧刃嵌入岩面的缝隙之中，在斧柄上端用锤夯击，从而使岩石胀裂。其二，是当开掘平巷遇到坚硬的岩石层时，矿工们就将绳索系在直柄铜斧（或铁斧）的柄部，然后再将它悬挂在平巷支架的顶梁上，利用水平方向的冲击力量来凿碎岩层。如采用大型铜（铁）斧，由于其重量大，加上横向冲击的作用，能产生较大的冲力，足以凿碎

[1] 卢本珊：《中国商周采矿技术》，《中国科学技术史国际学术讨论会》，北京：中国科技出版社，1992年。

[2] 卢本珊：《中国商周采矿技术》，《中国科学技术史国际学术讨论会》，1992年。

[3] 冶军：《铜绿山古矿井遗址出土铁制及铜制工具的初步鉴定》，《文物》，1975年第2期。

[4] 李天元：《湖北阳新港下古矿井遗址发掘简报》，《考古》，1988年第1期。

[5] 冶军：《铜绿山古矿井遗址出土铁制及铜制工具的初步鉴定》，《文物》，1975年第2期。

一般的岩层。这种方法在当时的技术条件下，应是一种行之有效的挖凿井巷的方法。^[1]

2. 支护方法

随着井巷的开拓，保障安全成了至关重要的事情。尤其是长江中下游铜矿带的许多矿床都处在围岩松软的破碎带中，随时有崩塌的危险，于是，古代矿工们发明和发展了一整套木构架支护技术。这些木构件都是预先在地面设计和制作，然后在井下边掘井，边装配的，既节省了时间，也利于施工。

铜绿山、铜岭、巷下等古矿遗址的考古发掘表明，在木构架支护中，木构架的节点构造与接合型式十分丰富多彩，先后创造了榫卯接、碗口接、开口贯通榫接、搭口接、鸭咀亲口接等类型，并始终沿着提高井巷抗压强度的总思路，不断地予以改进和完善。这一杰出成就在世界采矿史上占有重要历史地位。^[2]

铜绿山古矿冶遗址中的古矿井，有竖井、斜井、平巷多种，时代上也有早晚之分，早期矿井如在7号矿体上发现的竖井群，井口的截面多为方形，其井架即由一个接一个平放的方形框架组接而成。每个方形框架由四根木料用榫卯法制成：公榫木两根，通常是直径6厘米左右的圆木，两端砍削成榫头，母榫木两根，通常用直径10厘米左右的圆木对剖，两头近端处凿榫眼。每根母榫木的两端都砍削成尖角，以便楔入井壁，固定框架。框架与框架的间距约40厘米，将四根竖放的小圆木与上下两副框架两两对应的四角用绳索捆接。竖井的四壁，大多涂着拌有草茎的青膏泥，有些地方还衬着竹席。在有些竖井中，还可见到有竹索吊挂在母榫木上。这些竹索既能起到加固支架体系的作用，而且便于矿工上下，同现代矿井的吊框结构有些相像。

在竖井底部与横巷相通的地方，或设有马头门，或不设。马头门是一副立方形框架，用四根两端带榫头的圆木把上下各四根横木穿接而成。马头门的高度，与横巷的高度一致。马头门的四侧，凡与横巷相通的都敞开，凡不与横巷相通的则放有并排的本棍作为背板。一座马头门通常连接一条横巷，也有连接两条横巷的。早期竖井马头门所用木料较细，用圆木，晚期的用料粗大，出现方形木柱。^[3]

晚期竖井发现于1号矿体12线老窿附近，井口直径为80厘米，框架由4根圆木构成，圆木直径5~10厘米，圆木两端砍削成台阶状的搭口榫，4根搭成一个方框，框架密集排列，形成竖井。

斜井的出现是开采技术上的一大进步，它是沿着矿脉的走向及倾斜角度，由浅入深向前延伸的，铜绿山发现的斜井倾斜度为25°~75°不等。斜井的掘进和支护较困难，斜井的支护方式有两种：一是框架垂直于斜井的顶底板，一是框架沿着地心方向铺设，可见当时人们已对斜井支护有了正反两方面的经验。^[4]到战国时期，还出现了一种由“线井”与“短巷”相衔接的阶梯式斜井，既适用于在矿石富集带进行探矿和采矿，还可以作为平巷的联络通道，表明了当时采矿技术的进步。

铜绿山古矿冶遗址的横巷大多作水平走向，也有一些略为倾斜的，巷道弯弯曲曲，大致与矿脉的走向和排水的需要相适应。横巷也都有木构的支架，如同横放的竖井支架。其两旁的立柱是两端带榫头的圆木，上接带榫孔的顶梁，下接带榫孔的地袱。框架之间的距离约1米，两副相邻的框架之间一般用3~5根木棍横衬作背板，也有些地方有岩壁表面涂上拌有草茎的青膏泥。顶梁上面，普遍排列着整齐而紧密的本棍作顶板，本棍的方向与横巷的走向一致。一般的横巷高约1米，宽约80厘米。

为了追求矿脉，横巷往往节外生枝，从一侧或两侧又生出横巷来。在横巷急转以及彼此接通的地方，支架顶板的木棍多作十字形交叉排列。

阳新港下古矿冶遗址中的矿井只有竖井和平巷两种。竖井又分为日字形和口字形两种不同的结构。

日字形井口较大，呈长方形，井框内空长约420、宽约300厘米，全用圆木支护。每一组框架有5根构件：4根圆木直径25厘米，另一根直径15厘米。2根较长的圆木两端砍削成上凹叉状，由内向外撑住两根较短的圆木，另一根稍细圆木两端也砍削成凹尖状，撑住圆木的中间。框架间距排列，间距20~50厘米不等。

口字形井井口较小，断面近于方形。其中3号井的井口边长为100×105厘米，框架由4根直径15厘米左右的圆木构成。其支护方式有两种：一种为“内

[1] 杨永光，等：《铜绿山古铜矿开采方法研究》，《有色金属》，1980年4月。

[2] 卢本珊：《商周采矿技术》，《中国科技史国际学术讨论会论文》，北京：中国科学出版社，1991年。

[3] 夏鼎，等：《湖北铜绿山古铜矿》，《考古学报》，1982年第1期。

[4] 杨永光，等：《铜绿山古铜矿开采方法研究》，《有色金属》，1980年4月。

撑式”，由两根两端带凹叉的圆木分别顶住另两根圆木的两端，构成口字形框架。另一种为“互撑式”，由四根一端或两端砍削成凹叉的圆木，紧贴井壁相互支撑而成的框架，这类框架既可密集排列构成井筒，也可间接排列构成间接式井筒。

港下古矿井的平巷，支护架由被称为“不完全棚子”的框架结构构成的，每一组框架由3根直径22~25厘米的圆木组成，二根立柱，一根横梁，没有地袱，横梁上铺有木板和藤、竹等编织物。^[1]

瑞昌古铜矿遗址所保存下来的竖井和平巷都是采用矩形框架进行支护，但结构及用料大小有所区别。

西周时期竖井大多为正方形，支护形式仍采用间隔式框架，框木衔接为榫卯式，框木的一端为公榫，另一端为母榫，公母榫相套，母榫顶端为三角状嵌入围岩。框架外用木板密排护壁，这样既防止了围岩的塌落，也有利于空气流通，使整座竖井形成了一个封闭式井筒。

从西周晚期开始至春秋时期，在采区内出现了碗口结交互内撑式框架，它除了沿袭商代碗口结竖井支护工艺外，把原上下同向支撑框架，转变为交互支撑，使上下支撑点增多，表明工匠在掌握支撑力学上又有新的认识。这一时期对大型矿井还采用口字形支撑框架，在框架中央增加一根撑木，如J37，框木粗大，径12~16厘米，井框虽为间隔式框架，但为双层碗口内撑式，围岩四壁以厚板密封。^[2]

其平巷支护也颇有特点，平巷是追踪富矿，采取矿石的主体建筑。它既是采掘矿石的工作面，又是运送矿石及生产资料的通道。巷道开拓后，顶板岩石就暴露出来，巷道顶板就像根“梁”承受了上部压力，受力后的“梁”要向下弯曲，靠近巷道顶板岩石因弯曲而受拉力，这个拉力在巷道顶板分布是中间最大，向两边递减，巷道顶板形成了自然平衡拱，把压力传到巷道两帮，而两帮岩石所承受的压力没有超过岩体本身的强度，那么两帮岩石就要发生裂隙，因此，平巷比竖井支护难度大，它不但要抵御侧压，还要抵抗顶压和地鼓。

平巷支护一般由顶梁、立柱和地梁构成框架，顶和巷帮分别用棍或板封闭。

西周时期巷道厢架与同期竖井同样采用榫卯式结构，立柱两端削出圆角方形公榫，顶梁、地袱凿出母眼。顶梁、地袱均为半圆木，弧面上下相对，平面分别支撑顶棚和铺于地面。顶棚、巷帮均用厚约2厘米的木板密排，其封闭较商代更为严密。

春秋时期巷道框架结构沿用商代碗口接工艺，顶棚和巷帮均用板封闭。

马头门结构一般设在竖井和平巷相交的地方，这里应力表现得更为集中，支护相应更牢固一些，便建造一种特殊的支护结构——马头门。矿山中见有马头门结构大多在矿井底部，少数出现在中段。

西周马头门结构以J28为例，马头门设置在井框架下，在其井框的东北部，利用井框的三角形，用两根立柱分别顶住井架东西两根框木，与之相通的X11顶板直接于J28底层框架上，形成底部平巷。

春秋时期出现了中段平巷，J57的马头门架设于井下第六层框架下，其东北、西北各立一根长142厘米的角柱，上下用两根碗口木卡住立柱。X17顶板架于上部横梁，较商代马头门更为牢固。

上述木架支护结构是处于铜绿山、港下、铜岭等松软围岩矿区的上古矿工们经过长期实践和分析比较而选定的，历经两千多年仍能较完整的保存下来一部分，说明当时所采用的各种支护方法是科学的，也是行之有效的。因地制宜、简单实用的支护技术，既确保了当时矿工的生命安全，也保证了高品位的矿石源源不断地被采掘出来。

3. 提运

矿石采掘出来之后，只有将矿石提升至地面，才算达到了采矿的目的。因此，矿石的提升也是采矿过程中的关键一环，矿井提升是采矿过程中难度最大的工艺。古代提升工具，据刘仙洲《中国机械工程发明史》载，西周初期史佚发明了木滑车，用作水井提升设备。^[3]

此前所发现的最早的提升机械是铜绿山矿战国时期的木绞车和汉画像石井盐图上的木滑车。现在在铜岭古矿区发现了六件提升机械工具，其中三件保存较好，形制各异，其中一件为商代的，两件为春秋时期的。它是中国先秦时期矿用机械工具发现最多的一批，有重要的历史与科学价值。

[1] 李大元：《湖北阳新港下古矿井遗址发掘简报》，《考古》，1988年第1期。

[2] 刘诗申、卢本珊：《江西铜岭铜矿遗址的发掘与研究》，《考古学报》，1998年第4期。

[3] 刘仙洲：《中国机械工程发明史》，北京：科学出版社，1987年。

其中一件滑车出于春秋槽坑内，该滑车为一残件，沿轴孔方向破裂后遗存大半部。滑车采用长 16、径 22 厘米的栗木加工而成，柱面被砍削加工成齿形。齿截面呈梯形，顶部厚 1.9、根部厚 3.5 ~ 4、齿高 4 厘米，齿间距不等，为 3.8 ~ 4.2 厘米。齿项中段有弧形凹槽，槽宽 5、深 2 厘米，轴孔径 6 厘米。这件滑车是用在巷道的转弯处，以改变牵引绳的方向。

从滑车本身使用后的痕迹看，它的一个端面有严重的摩擦痕迹，使该端面下凹 0.1 厘米，呈 10.5 厘米直径的圆形下凹摩擦面，而另一端面无摩擦痕迹。因此，滑车应是竖立使用，它的下端与托着它的主轴凸接触，形成摩擦副。滑车的孔面与轴面形成了主要摩擦副，在长时间运转过程中，由于滑车受到来自绳索的水平压力，插入地面的立轴很可能要沿压力的方向倾斜。另外，滑车的上端面没有被约束，孔与轴之间又存在一定的间隙，因此当立轴倾斜时，滑车的轮体也随之摆动，以至滑车孔面（轴承）对立轴上部的压力大于下部，加速了孔和轴上部的磨损，使上端孔径由原来的 6 厘米磨损成 8 厘米。

另一件滑车经碳十四测定为距今 2615±80 年，由长 27、直径 25 厘米的圆木加工而成。滑车有九齿，尖高 4.7 厘米，齿上有微凹环槽，轴孔直径 6 厘米。该滑车与上述滑车构造相似，但滑动轴承较宽。这样宽的滑动轴承摩擦面积大，虽然不利于减少摩擦阻力，但有利于保证轴承与轴的使用寿命。齿式轮面可防止绳子与滑车间的相对滑动，齿顶微凹的环槽能防止绳索滑脱，齿与轮毂之间加工出环形凸台，有利于克服应力集中，使齿不易断裂。

带曲柄（摇柄）的辊轮被定义为辘轳，铜岭所出的滑车都没有装柄，所以称之为滑车，即现代所称的滑轮。定滑轮仅改变用力方向，使人便于操作，而属动滑轮的滑车可省力一半，但对滑轮体的稳定性要求较高，使用时轴不能上下摆动过大。铜岭的滑车都较宽，适合于作定滑轮。

从铜岭古代矿山机械的使用情况可以清楚地看出，这些创造源于矿山生产的需要，滑车直接为矿山提升服务，这对提高采掘铜矿的工效及减轻工匠的劳动强度起了重大作用。

两件春秋滑车结构的设计和制作独具匠心，发展到了成熟的阶段。滑车轴承设计和润滑技术也达到了

高水平。从铜岭滑车的使用方式看，它不同于提水灌溉的滑车，完全是根据井巷开拓及升运需要而巧妙设置的，即有的用于垂直提升，有的用于改变矿石运输时牵引的方向，这表明古代工匠将滑车使用到得心应手的地步。^[11]

在各古矿井中，还出土有用来装载和运输矿石、废石的工具，主要有铲、锹、耙、锄、筲箕、竹筐、藤篓、木钩、绳索等。

筲箕、竹筐、藤篓等是用于装载矿石或废石的，竹制或藤制，形制上有双耳形和提梁形两种。

双耳形的竹筐可以用双手拎起，便于近距离搬运矿石或废石。铜岭古矿冶遗址中出土的双耳竹筐，口径 43 厘米，底径 3 厘米，可一次盛装 15 千克左右的矿石。铜绿山古矿冶遗址中出土的双耳形竹制筲箕与现今湖北地区所使用的几无区别，箕斗深 45 厘米，一次可盛装 20 ~ 25 千克矿石。

提梁形竹筐则是向井上提升矿石的工具，铜岭出土的这类竹筐，口径 32 厘米，底径 21 厘米，一次可装 15 ~ 20 千克的矿石。铜绿山出土的一般为圆壁、平底、底径 18 ~ 25 厘米，口径稍大，深 20 ~ 25 厘米。

铜绿山、铜岭等古矿冶遗址出土的木钩、绳索也是矿石提升必不可少的工具，木钩由天然树杈砍削而成，有的钩柄上端还刻有绳槽，以防止绳索脱落。有的木钩比较粗大结实，可负荷较重的物体。铜绿山出土的绳索是用直径 1 厘米的 3 股植物纤维细绳互相绞合而成，粗细均匀，出土最长的一段长达 8 米。铜岭出土的绳索，也是 3 股搓成，稍细。

阳新港下古铜矿遗址中出土的一件铲装矿石的器物，器呈板状，板面凹平，平刃弧背，形如梳状。在两端略靠下一点的地方各穿一小孔，是用于穿绳的。使用时，一手握住耙背部，一手拉绳，便可收拢矿石等物，作用如耙，故称之为绳耙。在井下有限的空间内，软绳可长可短，比起直硬的木柄来更有其方便之处。如绳耙与木铲配合使用，可更加得心应手。^[12]

4. 通风、排水、照明

通风、排水、照明是保证矿采顺利进行的必要条件，而且矿井愈深，这些制约因素就愈加突出。不过，这些问题在当时已得到了较好的解决。

通风。铜绿山、港下、铜岭等古矿井都是采用自然通风的方法。由于古代采矿条件所限，当采掘深度

[11] 刘诗申、卢本珊：《江西铜岭铜矿遗址的发掘与研究》，《考古学报》，1998 年第 1 期。

[12] 李天元：《湖北阳新港下古矿井遗址发掘简报》，《考古》，1988 年第 1 期。

达十余米深处时，氧气相对减少。氧气在地表空气中所占的体积为 21%，当空气中的氧气下降至 17%，或二氧化 3% 以上时，矿工很可能会丧失长时间从事繁重劳动的能力。当时没有机械通风，主要靠井口高低不同产生的气压差所形成的风流来调节坑下的空气，保证氧气的供给。另外，为了增加地下采区的空气流通，当时平巷离地表已有相当距离，为了使作业面不出现缺氧的情况，及时用开拓巷道的黏土、废石、废坑木充填，并把它们封堵起来，有助于新鲜空气顺利地流向深处的作业区，使采掘者免受窒息之苦。

排水。当矿井挖到一定深度，即深入到潜水面以下之后，排水就成了一件大事。铜岭等古矿井发现的大型排水水槽，表明至迟在西周早期，矿井的防水排水技术已臻于成熟。铜岭古铜矿中出土水槽 4 个，横断面呈 U 形，槽长 205 ~ 234 厘米，宽 28 ~ 32 厘米，用大圆木剜成。港下古矿井出土的圆木长达 360 厘米、宽 43 厘米、深约 10 厘米，是用直径 60 厘米的大圆木剜成。

春秋时期，井下开采有了完整的排水系统，在铜绿山古矿井中发现的排水设施中，水道有三种形式，即巷道、木质水沟、大水槽。水槽多节相互连接，在木槽连接处都涂有一层青灰泥以防渗透。并且当水槽不可避免地通过提升矿石的竖井或主巷时，便在这一段木槽的上面铺垫一层木板，使之成为一条暗槽。现代科技人员曾做过一次排水实验，证明其设计颇为合理，水可通过弯弯曲曲的木槽流向排水井方向。^[1]

储水水仓或设在井底，或利用低凹的废巷道。将积水排入到水井或水仓后，再用木桶、绳索、木钩、辘轳等工具提出井外。诸如木制瓢、桶等排水工具在各古矿井中均有出土。

照明。用于照明的遗物出土于各大矿井中。铜岭古铜矿遗址中出土一件完整的陶罍，陶罍下有数根火烧过的竹签，陶罍底部留有烟熏痕。竹条含有油质，易于燃烧，长竹签应是当时矿井内作照明之用的。

总之，当年的矿工在狭窄、昏暗、多水甚至缺氧，而且只能弯腰屈膝行进和操作的巷道里劳动，手脑并用，深掘精选，把一篓又一篓高品位的矿石送到了地面，创造了卓越的业绩。

5. 选矿

通常开采的矿物中含有许多无用成分，习惯上称为脉石，将有用矿物和脉石分离的过程就是选矿工艺，又称为矿物加工。选矿所得有用成分称为精矿，无用成分叫做尾矿，只有精矿才能用于冶炼金属。

中国上古时代选矿工艺主要有手工拣选和水选两种。手选颇为简单，拣出矿石或弃除杂质即可。水选是以水为介质，利用矿物和杂质间不同的比重使矿物分离。铜岭选矿工艺主要是水选。

破碎是选矿的准备工作，不同的矿石采用不同的破碎方法，使用了不同的破碎工具。铜岭的孔雀石被铁质黏土胶结，使铜矿颗粒彼此粘连，对此就采用散碎法，即用木槌或木杵、木臼来槌捣矿，使矿粒与黏土等分离，但仍保持铜矿石原有的粒度，以减少铜矿的损失率。

铜岭的选矿工艺形式大致可分为盘淘洗和溜槽淘洗两种。盘淘洗是用木勺、竹盘和船形木斗等工具淘洗。从考古发掘所获淘洗工具看，西周时使用竹盘，春秋时期用船形木斗。

在铜岭古矿井内出土的一件船形木斗，上口长 22.4、宽 12.4 ~ 11.2 厘米，底长 12、宽 1.6 ~ 5.4 厘米。两端平面呈弧形，两侧斜直，上口有很窄的小台阶，盘底向上弧 0.5 厘米，内底面横向凿痕明显，便于矿石和黏土在水中摩擦分选。这种木斗装上矿土，在水中淘洗，比重小的泥沙被淘去，比重大的矿物就沉淀在盘内，很似今天的“重力选矿法”，它是用来鉴定岩粉和高岭土中的细粒矿物（如孔雀石粒、自然铜等）含量的仪器。操作时取碎散并经初步漂洗的粗砂装入淘洗船内，将木斗半沉于水池中，双手把住两端，前后往复推拉摇荡，经过数次，重矿物集中在船底，轻矿物在上。当矿物明显分层时，靠两手的腕力，适当使船斗倾斜，将浮在上层的轻矿物推在船外，然后立即进水，保持船内一定水量，如此反复操作，经过数分钟的淘洗，矿土中的废石被淘走，船底即露出绿色颗粒，即孔雀石等铜矿石。

这些小型选矿器适宜于地下采场使用，以鉴定井下矿石品位的高低，便于将富矿运出，而将贫矿留在井下，以便追踪富矿，指导井巷向正确方向掘进。

[1] 夏鼐，等：《湖北铜绿山古铜矿》，《考古学报》，1982 年第 1 期。

溜槽法比淘洗法更为优越。根据铜岭铜矿的发掘报告,可知在铜岭西周矿区内发现一地面选矿场,它分布在 T5、T8 内,面积逾百平方米。^[1]该选矿场地处合连山西坡东北的一块平地上,向东向西分布着木溜槽、尾砂池和滤水台等一整套溜选设施。选矿场的棚柱仍然存在,选矿槽两侧的工作台面有木板护围,以防岩土坍塌。选场周围分布着矿井,无论是选矿场布局还是选矿流程都相当合理。

溜槽选矿法是利用矿粒在斜向水流中运动状态的差异进行物料选别,矿粒在重力、摩擦力、水流的压力、剪切力及挡条阻力等联合作用下,松散、分层,这是达到按比重分离的重力选矿方法之一。根据处理物料的粒度,可分粗粒溜槽、砂粒溜槽。

铜岭选矿槽则属于粗粒溜槽。溜槽是选矿场的主要设备,用大树干刨成,断面呈 U 形,槽长 3.43、净宽 0.40 ~ 0.42 米,槽面平斜,倾角 6°。距槽头 1.20 米处设有一挡板,作截留精矿之用,挡板以上为矿料进入通道,接近槽尾处设有一门,作为闸门,开启后使尾矿流向尾砂池。

木溜槽挡板宽 10、厚 2 厘米,与槽的一壁以开口榫相嵌合,与另一壁以榫卯相接,板底与槽面间距 5 厘米,形成一个半圆形孔,可阻止大块矿料通过,又能使粒度合适的矿料流动。

闸门呈斗圆形,宽 42、厚 1.5 厘米,可与溜槽紧密配合,闸门板一侧有凸榫,与槽壁榫卯相接,闸门可上下启动。

溜槽的尾端紧靠尾砂池,池面低于槽面,与槽尾呈台阶形相接。台面分别用宽 10 ~ 14 厘米的木板铺垫,池另三壁由木板围护。池口 70×80、深 76 厘米。池内尚存尾砂,主要是细腻的红褐色铁质黏土,另有少量细粒粉砂岩。

滤水台紧接尾砂池,面积约 3.70 平方米,台四边用横板围护、台面略斜,以利于装有精矿的竹筐滤水流散。

滤水台的西南垫有大块竹席,应是堆入精矿使之干燥的晒场。

铜岭选矿场内木溜槽的发现是中国选矿史上的重大发现。

为了再现当年的选矿工艺,选矿者曾在铜岭矿山对古溜槽选矿作过一次模拟实验。

模拟实验所用的矿料来自铜岭矿山 40 勘探线,与当时所采的铜矿石原料完全相同。从反复多次的模拟实验方案中,选择了以坎沟的自然给水量 500ml/s,流速 600m/s 为最佳方案。

模拟实验达到选矿工艺指标是:原矿铜品位由 3.25% 提高到铜精矿平均品位达 5.33%。20 千克原矿可选得精矿 11.5 千克,产率为 57%,其中 2 千克富矿的品位为 19.74%,回收率为 94%。这些数据证实了西周时期中国溜槽选矿工艺已经达到了新的水平。从古选场溜槽旁竹筐有的精矿含铜量达 20.48% 来看,也证实了古代工匠的溜槽选矿是成功的。

古溜槽的设计者认识到,溜槽的倾斜度与给矿浓度(即矿粒精细、含泥量、比重)有关,它是决定选矿效果的主要因素,坡度过大会造成精矿流失,过小则脉石不易冲走。古代工匠确定了 6° 的斜度为合理的坡度,这种斜度符合现代矿山溜槽槽面斜度为 3° ~ 4°,最大不超过 16° 的限度。按槽尺度专门设计以精矿截取板为界,其上段槽体容积为给矿容量,仅以每次流程可放 20 千克矿量为限,否则通不过截取板的孔道,显然古人认识到给矿量与选分效果的关系,从而规定了一定的给矿量。^[2]

从铜岭选矿槽模拟实验中可以看出,溜槽结构先进,构造设置合理。

[1] 刘诗申、卢本珊:《江西铜岭铜矿遗址的发掘与研究》,《考古学报》,1998 年第 1 期。

[2] 卢本珊,等:《铜岭西周溜槽选矿模拟实验研究》,《东南文化》,1993 年第 1 期。

第三节 铜矿石的冶炼

炼铜是从烧陶技术发展起来的，因为炼铜必须具备两个条件，即高温与还原氧。古代只有从事烧陶的人才具有这两方面的丰富经验，因为陶窑的高温能保证陶器烧得坚硬，窑内氧气的准确控制能烧出各种优质的陶器。我国新石器时代的制陶术高度发展，但陶

窑终究不是炼铜的理想设备，原因之一是效率太低。不断改进的结果，我国的炼铜工艺较快地由地炉、半地炉熔炼过渡到了半连续操作的竖炉熔炼，从而进入炼铜的成熟阶段。

一、古冶炼遗址

在先秦时期运输条件极为不便的情况下，为减少运输量，采冶兼并，以炉就矿，就地冶炼的措施被广泛采用，因此，在长江中下游铜矿带上较多地发现了冶炼遗址。

在瑞昌古矿遗址中，出上有大量的炼渣堆积和成片的红烧土层，应是当时炼铜炉的遗迹。

在皖南，古冶炼遗址的分布较为广泛，其中以南陵江木冲，铜陵万迎山、木香山三处时代最早，上限可到西周晚期。其中又以江木冲的冶炼遗址规模最大，炼渣范围达 1.5 平方千米左右。这里出土的残炉壁，呈铁锈色，厚度 10 ~ 12 厘米。表面和断面均呈现颗

粒状集合体。内含主要是石英砂、赤铁矿粉和黏土。颗粒直径 0.1 ~ 0.2 厘米。这些材料经拌匀夯实成炉体后，通过加温烧结使之坚固。其保温和耐久性能好，是理想的建筑材料。^[1]

在阳新港下古矿冶遗址中，也出土有带烧瘤的烧土堆积物，其结构与铜绿山遗址中炼炉的炉壁相似，也应是古代炼铜炉的残迹。

铜绿山古矿冶遗址在 1976 年至 1979 年间三个阶段的发掘中，共清理出保存较好的春秋时期炼炉 8 座，以及炼炉周围堆积着的大量炼铜炉渣等，是目前所发现的数量最多的先秦时期的炼炉。

二、炼炉

铜绿山出土的炼炉都是竖炉，是炼铜成熟阶段的产物，足以代表当时在该领域的水平。

1. 竖炉结构

铜绿山春秋时期的竖炉构筑方法相近，尺寸大体相同，主要由炉基、炉缸、炉身三部分组成。

竖炉首先是在地势较高的平地上，用红色黏土和铁矿石混合料作为原料，分筑直径约 1.6 米，厚 0.2 米的基座；其上再夯筑拱形通道，即风沟，别称防潮

沟，风沟平面呈“T”形，沟壁糊着青膏泥，经过烧烤，质地坚硬。炉缸架设在风沟之上，通常是在风沟中部置石板、石柱（或用废炉渣）以支撑炉缸的底部，用以承受炉身内所装炉料的压力。

炉缸截面大多为椭圆形，也有呈长方形的。其长轴与炉基的底座垂直。长轴承约 70 厘米，短轴承约 40 厘米，缸深约 30 厘米。炉缸短轴承前端的炉壁上筑有一个“城门”似的拱形门，即金门，门坎（即门道）

[1] 刘平生：《南陵人工山古矿冶遗址群江木冲冶炼场调查》，《文物研究》，1988 年第 3 期。

向内倾斜，倾角 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 左右。炉缸上部于长轴端点处设风口，为一个或一对，因炉缸残破，不易断定。炉缸上部是炉身部分，目前所见铜绿山的竖炉炉身惜已坍塌残缺，但经过对 4 号炉的复原研究，炉身为正截锥形（炉墙内倾）。从炉缸底部至炉顶，高度为 1.5 米左右。整个竖炉高约 2.25 米，炉身直径约 0.7 米。^[1]

概而言之，铜绿山古炼铜竖炉的构筑技术比较科学。其一，选择地势较高的地方筑炉，基础质地坚硬、干燥，既能避免山洪的冲击，又便于倒渣。

其二，炉基采用分层夯筑，炉缸、炉壁是多层捣制，有足够的厚度。为了使炉缸能承受住炉料的压力，风沟中段设有支撑结构。金门采用拱形，拱顶分 11 层，分层修筑。这种结构合乎力学原理，反映了当时的技术水平。

其三，筑炉材料以高岭土、黏土为主，有选择地掺有不同的砂粒如石英、硅化火成岩、铁矿石等颗粒作炉子的骨架，提高了竖炉的整体抗压强度，这对保证安全生产和延长炉子寿命起到了一定的作用。

其四，竖炉中部的耐火材料配制合理。如缸底部层位的耐火材料中掺有较粗的砂粒，烧烤时缸底不易开裂和变形，而且具有一定透气度，提高了耐热度。上部层位的耐火材料细腻致密，能避免空隙，防止铜液渗漏。

其五，竖炉的外形相似、构造相同、容积相近、使用的耐火材料统一。由此表明，当时的筑炉技术已经发展到相当成熟的阶段，是在筑砌竖炉之前，即已确定了炉型的基本原则。^[2]

2. 竖炉的技术特征

筑炉为炼铜，竖炉的生产效率如何，根据已经发掘出土的竖炉遗迹只能略作推算。于是，为探个究竟，中国社会科学院考古研究所铜绿山工作站在 10 号古炉发掘现场的附近，修筑了两座仿古实验炉。鉴于风口的数量等尚属未知因素，两座实验炉的炉身设计不同，即 1 号炉设风口 1 个，2 号炉设风口 2 个。至于已知的各部分和诸因素，一律力求与古炼炉相同。两座实验炉做成之后，分别在两种不同的天气条件下做了两次仿古炼炉实验。

1 号炉实验时，晴天无风，由于只有一个风眼，虽用一台小型电动鼓风机送风，风压和风量仍显不足，

木炭未能充分燃烧，以致在炼出粗铜约 2 千克沉积于缸底之后，炼炉即出现冻结。

2 号炉实验时，阴雨有微风，用一台小型电动鼓风机同时向两个风口鼓风。长约 10 个半小时的冶炼过程进行顺利，投入矿石、溶剂等物料约 1300 千克，木炭约 600 千克，先后排渣 14 次，放铜 2 次，炼出红铜约 100 千克。经化验，红铜的含铜量为 $94\% \sim 97\%$ ，炉渣的含铜量为 0.83% 。

这是两次颇有意义的实验，1 号炉的失败和 2 号炉的成功，可以说都达到了设计要求，可谓相得益彰。

成功的实验，验证了已知的各种因素，也得以掌握未知的各种因素，表明铜绿山春秋时期炼铜竖炉的生产效率是较高的，其中并包含着许多较复杂的技术特征。

第一、每个炼铜竖炉设有两个鼓风口，鼓风口设在炉缸长轴的两端，每端一个。鼓风器无迹可寻，有可能是难于保存的畅皮制囊囊。战国秦汉时期的鼓风机，文献上多处是用囊。或认为陶制，陶制鼓风机在内蒙古林西古矿遗址出土过，但在铜绿山矿区至今没有发现。因此，有人认为铜绿山所使用的是当地盛产的竹子，将竹管一端接囊，一端插入炉子的风口处（不伸入炉内），竹管虽易烧坏，但因有一定长度，烧坏一段就往里推一段，所以可以维持一定的时间。^[3] 每个囊每分钟鼓入炉内的有效风量约 2 立方米，则竖炉的风量每分钟有 4 立方米，足以满足焙炼的需要。风口向下倾斜（炉 4 风口倾角 19° ），更有利于提高炉缸温度。由于长轴两端各设一个风口，不仅使炉缸截面受风均匀，而且也加快了炉内不均匀体系的反应速度。

第二、为了使炉缸防潮保温而设置的风沟，有效地解决了炉缸冻结的难题，竖炉筑好后，在风沟内燃烧木炭，烘烤炉底，驱逐水气，直至筑炉材料干透为止（仿古模拟炼铜实验竖炉的烤炉时间为 $2 \sim 3$ 天）。竖炉炼铜期间，风沟内仍置炽热的木炭，以便增加炉缸底部的热量，提高炉缸的保温性能，为炉缸内的熔融体保持良好的流动性创造了条件。铜绿山春秋早期炼铜竖炉的风沟设施已发展到相当完整和趋于定型的程度，显然不是在短期内形成的，必然是在长期生产实践中，吸取炉缸多次冻结的教训，加以改进的结果，反映了炼铜的工匠从长期实践中探索出炼铜失败的主

[1] 卢本珊：《铜绿山春秋早期的炼铜技术》，《科技史文集·金属史专辑》第 13 辑，上海：上海科学技术出版社，1985 年。

[2] 卢本珊：《铜绿山春秋早期的炼铜技术》，《科技史文集·金属史专辑》第 13 辑。

[3] 朱寿康：《我国古代的炼铜技术》，《科技史文集·冶金专辑》第 13 辑，上海：上海科学技术出版社，1995 年。

要原因，摸索出防止炉缸冻结的有效措施，对风沟的重要性有了充分的认识。

第三，状似拱形门的金门结构科学，使用方便。其门上有耐火泥质的堵门墙，墙上有排放铜液、渣液的孔。金门的空间内大外小，门坎向内倾斜，能使堵门墙与金门紧密相嵌，溶池内的熔液不易渗掉。与此同时，由于放铜口高于炉缸底部，可避免铜液排放干净，使炉缸温度过低。因为稍留一点铜液有利于保温，间断加料时，能使冶炼持续进行。可见金门有着特殊的作用：开炉炼铜时，金门内便于架炭点火；冶炼时，疏通排放孔，便于放铜排渣；炉子运行期间发生重大故障时，可拆门处理。金门这一整套结构的出现，反映了当时炼铜竖炉的生产效率是比较高的，竖炉炼铜的生产过程是连续进行的。

三、冶炼技术

结构合理、筑炉材料先进的炼铜竖炉为炼出优质红铜提供了保证。

1. 炉料

炉料主要由三部分组成，即铜矿石、木炭、铁矿石。

铜矿石。自然界中，铜矿物主要有两种类型：氧化型铜矿和硫化型铜矿。氧化型矿中，主要有孔雀石矿、蓝铜矿等，属于一种次生矿，因而蕴藏量小，但以之炼铜要比硫化型矿简单得多。硫化型矿中主要有黄铜矿、斑铜矿、辉铜矿等，因是原生矿，蕴藏量大，以之炼铜则非常复杂，它首先需要进行煅烧，使之变成氧化型铜矿石之后，用木炭在竖炉中进行还原冶炼。不仅如此，硫化型铜矿石在煅烧过程中还会产生大量的二氧化硫、三氧化硫等腐蚀性很强的有害气体，既对煅烧设备等有关设施要求较高，又对人体的健康有害。直到现代，硫化型铜矿石煅烧所产生的有害气体的综合利用才基本得以实现。

皖南古铜矿遗址中曾出土一批春秋战国之际的铜锭以及斧、钺等器物，含硫量高。见表 11-1：

表11-1 安徽贵池徽家冲出土铜锭的化学成分

成 分	Cu	Fe	S	Ni	Pb	P
含 量	62.88	34.55	2.08	0.233	0.066	0.02

第四，在 3 号炉的内壁及一些竖炉的残内壁，有修补的痕迹。这说明炼铜炉在使用过程中受到损坏时，可以在停产后进行修补，再继续使用，既节省了人力、物力，也充分提高了炼铜炉的使用率。^[1]

第五，竖炉的形状已不是简单的筒状，已经有炉腹角和炉身角（炉身的炉壁和水平面形成的夹角）。炉身角体现得尤为明显，从炉缸到炉顶有逐渐缩小的趋势。有学者认为炉身内倾能使热的炉气分布趋向均匀。炉气和炉料充分接触、改善矿石的还原和还原过程、节省燃料；同时减少下降的炉料对炉壁的摩擦，有利于炉料顺利下降，并延长炉墙寿命。所以炉身内倾是技术的重要创造，是高炉发展史上的一次飞跃。^[2]

有人认为这些器物是先秦时期已用硫化矿炼铜的确证，也有人认为这类铜锭的出土，并不能证明春秋战国时期在江南古产铜区已经采用硫化型铜矿来冶炼铜。这类铜锭的出现，是由于当时的人们因各种原因，采用了他们长期使用的冶炼氧化型铜矿石的方法，来冶炼他们从矿体中开采出来的氧化型矿石和夹带进来的含一定量的硫化型矿石而造成的。他们只是制出了这类铜铁混合的产物，而并没有由此生产出铜。或许这可看做是战国时期的人们采用硫化矿进行冶铜的一种尝试。^[3]

长江中下游铜矿带各古矿遗址的发掘表明，除上述皖南地区稍有例外之外，先秦时期这里主要是开采氧化型的铜矿石，并和这种铜矿石进行还原熔炼，直接产出粗铜。铜绿山古竖炉旁出土的铜矿石主要有孔雀石、赤铜矿等氧化型铜矿石，出土于 6 号炼铜竖边的即为孔雀石，其化学成分见表 11-2：

表 11-2 大冶铜绿山 6 号炼铜炉旁出土孔雀石的化学成分

成 分	Cu	FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃
含量（%）	53.518	0.51	0.43	3.52	4.3	0.328

铜矿石经人工破碎、手选后，矿石含铜品位高，平均可达 24%，使竖炉易于还原出金属铜，回收率也

[1] 卢东珊：《铜绿山春秋早期的炼铜技术》，《科技史文集·金属史专辑》第 13 辑，上海：上海科学技术出版社，1985 年。

[2] 刘云彰：《中国古代高炉的起源和演变》，《文物》，1978 年第 2 期。

[3] 后德俊：《楚国的矿冶、髹漆和玻璃制造》，武汉：湖北教育出版社，1995 年。

比较高。考古发掘还证实，在春秋早期的矿工们已知道原料粒度对冶炼的影响，对原料进行加工整理。铜绿山古冶炼遗址出土的孔雀石粒度比较规整，一般为 $2\times3\times1$ 厘米。碎料台旁经过筛分的铜铁矿石粒度一般为 $0.3\sim4$ 厘米。炉料粒度适当，比较均匀，其作用能减少炉气阻力，增大反应物之间的接触面积，有利于炉气均匀分布，节省燃料。这一重大技术在当时的应用，就目前我国考古发现来讲，是比较早的。^[11]

木炭。木炭既作燃料，又是还原剂。铜绿山炼铜竖炉周围较多地遗存有木炭。4号炼铜炉风沟左边堆积有厚约4厘米的木炭屑，面积0.16平方米。6号炼铜炉东北沟门外的地面上，堆积木炭屑厚0.5厘米左右，面积约4平方米。有的木炭还成块，断面呈放射状。是一种火力较大且质地坚硬的栎木炭。铜绿山附近有一座山，名为栎林山，栎林山生长的栎木应为当时当地炼铜所用，栎木炭的机械强度足够支撑炉料的重量，比较适于作为竖炉炼铜的燃料和还原剂。

铁矿石。铁矿石是作为熔剂被投入到竖炉以内的，它生成的氧化亚铁与二氧化硅结合，能减少炼渣内二氧化硅的含量，使炼渣的黏度降低，改善渣液的流动性，从而便于排渣，使炼铜工作顺利地连续进行。铜绿山古炼炉旁大多发现有加工矿石用的石砧、石球等工具和已被加工过的铁矿石。6号炼炉西边5米处的筛分场内即堆放有两堆铁矿石，“东堆为铁矿粒，粒度为 $0.3\sim2$ 厘米，呈棱角状，应是人工砸碎的。西堆为铁矿粉，粒度均匀，质纯，具有金属光泽（为镜铁矿），显然是经人工筛分的”^[12]。6号炉南1.25米处的碎料台的三面，也都堆有经过加工的铁矿石和铁矿粉。

2. 配矿与造渣

配矿技术的出现，是保证冶炼顺利进行的重要条件。因为如果不能辨别不同的矿物，不知道按重量比例配料，就不能达到理想的渣型。而铜矿石的熔炼，其实质就是熔炼炉渣的操作过程。炉渣的性质和特征决定着熔炼过程的好坏，亦即造渣的好坏就是熔炼进行正常与否的重要标志。

铜绿山春秋早期的炼铜竖炉造渣良好，具体表现在以下几个方面：

第一，炉渣有着合适溶点。炉渣有合适的熔点，才能满足熔炼中化学反应过程的要求，从而获得比较

纯洁的粗铜。根据炉渣的化学检验结果，其熔点约为 $1100^{\circ}\text{C}\sim1200^{\circ}\text{C}$ ，既不过高也不过低。如果炉渣的熔点过低，熔化过快，矿石中的金属铜有可能来不及反应完全而部分地夹杂于渣中，使回收率降低，而渣中含铜一般在0.7%左右，说明回收率是比较高的；如果熔点过高，不仅需要高的炉温和好的耐火材料，而且燃料消耗增大，矿石中的铁也会被还原到产品中，使粗铜质量大为下降，而竖炉炼出的粗铜含铁量是较低的。

第二，渣的硅酸度合适，流动性能好。通过对铜绿山古矿冶遗址几百个渣样的化学检验，其成分是相当稳定的。遗址中的炉渣一般呈片状，色黑，流动性好。嵌在3号炼炉北沟门的一块近正方体的炼渣，长50、宽50、厚13厘米，重81千克。表面平整、黑色，渣液冷凝时的波纹在表层四周还清晰可见。表层中部的炼渣粗糙，它应是3号炼炉的尾渣，渣块分三层，说明是间断放渣三次。三层炼渣的化学成分见表11-3^[13]：

表 11-3 3 号炼炉炉渣成分（%）

成分（含量） 层次	Cu	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	SiO ₂
第一层	0.58	41.92	7.15	0.96	24.11
第二层	0.67	46.70	13.71	2.58	25.08
第三层	0.20	46.83	14.33	1.68	26.80

在炼铜工艺中，应竭力避免用硅酸度超过2的渣，因为它们的过冷间隔很大，不能具有足够的流动性，一般要求渣的硅酸度波动在 $1\sim2$ ，常规为 $1\sim1.5$ ，铜绿山春秋时期竖炉炉渣的硅酸度通过计算，一般都在 $1.2\sim1.8$ 的范围内。炉3渣的硅酸度平均渣为1.3、炉6为1.4。这样的渣不但流动性好，而且保证了渣的完全熔化和铜的过热。

第三，渣含铜较低，说明铜矿石中的铜被最大限度地提取。几百个渣料化验的成果，平均含铜为0.7%。3号炉渣含铜为 $0.2\%\sim0.6\%$ （见表11-4）。而现代鼓风炉氧化矿的还原熔炼的渣一般为 $0.70\%\sim1.0\%$ ，与之相比，春秋时期的冶炼水平是相当高的。

表 11-4 春秋时期 12 线矿井矿石成分

成分%	Cu	Fe	SiO ₂	CaO
井内采样（甲）	30-40	3-5	25-30	2-3
井口地面采样（乙）	10-16	42-48	9-18	1-2
平均值	24	24.5	20.5	2
含量（%）	53.518	0.51	0.43	3.52

[11] 卢本珊：《铜绿山春秋早期的冶炼技术》，《科技史文集·金属史专辑》第13辑，上海：上海科学技术出版社，1985年。

[12] 卢本珊、王富国：《湖北铜绿山春秋时期炼铜遗址发掘简报》，《文物》，1981年第8期。

[13] 卢本珊、王富国：《湖北铜绿山春秋时期炼铜遗址发掘简报》，《文物》，1981年第8期。

第四，炉渣的比重用比重瓶法测定为3.5%～4.0%，说明炉渣的比重较小，而铜液在1200℃时的比重为7.81，可见渣与铜的比重差较大。比重差愈大，则沉淀作用愈完全，铜液与炉渣分离愈好。^[11]

上述良好的渣型，说明当时配矿技术的成熟。有学者根据3号炉的渣型（又见表11-3）推算出3号炼炉一次炉料的主要组成部分。3号炉紧靠春秋时期12线古矿井，相距约150米，12线古矿井的矿石成分参见表11-4。

经过配料计算，如果用上述甲、乙两种矿石各100千克，需加铁矿石11千克，只有如此配料，才能达到炉3的渣型。^[12]

在考古工作者进行仿古模拟炼铜时，铜炉中的炉料也是如此采用物料平配计算方法，将几种不同的矿石配制后入炉熔炼的，并获得圆满成功。

春秋时期的炼铜工匠，在没有现代化学分析手段的情况下，能将几种矿石平配得非常合适并造出良好的渣型，是反复实践的结果，他们的聪明才智，保证了在春秋时期我国已能用竖炉连续地冶铜生产。

3. 炼铜产量

铜绿山春秋时期炼铜竖炉的有效容积约0.3立方米，一炉料可装矿石200千克，木炭60千克，产粗铜43千克，造渣162千克。竖炉每昼夜生产的粗铜量也可根据平衡方程予以粗略计算，见表11-5：

表 11-5 竖炉每昼夜生产能力与炭比关系 单位：千克

炭 比	处理铜矿石量	产粗铜
30%	2574	588
40%	1926	440
50%	1548	353

由上表可知，当炭比为50%时，竖炉每昼夜生产铜353千克，约需铜矿石1548千克、铁矿石熔剂172

千克、木炭858千克，造渣1254千克。上表所列推算出来的春秋时期竖炉的炼铜产量，在仿古模拟炼铜试验中也基本得到验证。从铜绿山古矿冶遗址中遗留下来的面积约14万平方米，数量估计为50～60万吨的古代炼渣，还可推算出铜绿山古矿累计产铜不少于8～12万吨。

在皖南古铜矿遗址中，迄今已在15处先秦时期的冶炼遗址中发现当时遗留的炼渣，其总量为100～200万吨，这是需冶炼数十万吨铜才能形成的。在麻阳古铜矿遗址，根据遗留下来的炼渣堆积量估计，也炼出了粗铜8000吨。

粗铜的质量也是较高的，在铜绿山3号炼炉西侧出上粗铜一块，重94克；4号炼炉的缸底残留有粗铜一块，重2300克，其化学成分见表11-6：

表 11-6 粗铜化学成分（%）

炉号	Cu	Fe	Sb	Pb	Zn	Sn
炉3	93.32	3.35	0.0075	0.038	0.014	0.023
炉4	93.99	3.99			0.66	

这两块春秋时期遗留下来的粗铜，其含铜量已达93%以上，现代冶炼粗铜的含铜量标准也只有92%～95%，可见当时的炼铜竖炉所炼出的产品已符合现代要求。

总之，长江中下游各古铜矿生产出的粗铜数量既巨、质量也高，为当时青铜铸造业的兴盛繁荣提供了坚实的物质保证，是长江中游青铜文化发达的雄厚基础。在西周早期被分封于江汉地区，国力一直较为强盛的曾国，尽管于春秋中期沦为楚国的附庸国，但以曾国、楚国的特殊关系，保证了曾国铸造青铜器所需的铜料，曾侯乙墓出土代表中国青铜时代最高水平的青铜器群也就不是无源之水了。

[11] 卢本珊、王富国：《湖北铜绿山春秋时期炼铜遗址发掘简报》，《文物》，1981年第8期。

[12] 卢本珊：《铜绿山春秋早期的冶炼技术》，《科技史文集·金属史专辑》第13辑，上海：上海科学技术出版社，1985年。

第二章 合金配制

编钟音响取决于其几何形状、尺寸、合金配制、金属组织、铸后加工的方式与精细度等因素，其中，合金配制尤居于首要的地位。这是很明显的，由原始的陶质铃形器跃变为红铜材质的铃形器，亦即最早的铜质响器，再逐次演变为青铜材质的铃、铙和钟，起决定作用的是材质的变换（由陶质变为铜质）和改进

（由红铜改为青铜和高锡青铜）。陶铃的声音小，且质脆易碎。在上古物质技术条件下，唯有质地精纯的高锡青铜才是铸作编钟的最佳材质。它的合金配比和成分以及对金属组织的掌控，是经由近千年的反复实践和经验积累才得以成熟与定型的。

第一节 钟铸之齐

《考工记》“金有六齐”章句称：“金有六齐：六分其金而锡居一，谓之钟鼎之齐；五分其金而锡居一，谓之斧斤之齐；四分其金而锡居一，谓之戈戟之齐；三分其金而锡居一，谓之大刃之齐；五分其金而锡居二，谓之削杀矢之齐；金锡半，谓之鉴燧之齐。”

齐即剂，为调剂之义，亦即孙贻让《周礼正义》所谓“和金锡”。齐亦可作合金解，如“金汞齐”意即金和汞的合金。

《考工记》“六齐”之说，是研究商周青铜合金配

制的重要文献依据，历来为世所珍重。它列举了钟鼎、斧斤、戈戟、大刃、削杀矢和鉴燧六类锡青铜器件的配比，表明该时期冶铸匠师对锡青铜机械性能随锡含量而变更、熔铸不同性能要求的器件时需相应选配不同合金成分，已有明确的认识。从现代合金理论和实践来看，“六齐”所规定的某些比值是明显偏高的。但从其各类合金配比的总的倾向来看，“六齐”的科学性和客观实在性仍应得到肯定。^[1] 对于《考工记》的上述文字，历来存在不同的理解。明代陈仁锡和徐昭

[1] 华觉明：《中国古代金属技术》，郑州：大象出版社，1999年，第280页、第283页。

庆注释该书时，都确认所谓“六分其金而锡居一”系指：“金五分、锡一分，共六分也。”^[11]王琏^[12]、章鸿钊^[13]、梁津^[14]、袁翰青^[15]、周则岳^[16]和闻广^[17]也都持此说。根据这样的理解，钟鼎之齐的合金配比应为铜83.3%，锡16.7%。日本学者近重真澄起初也主上说，其后又创立新说，认为所谓“六分其金而锡居一”应为铜六锡一之比。^[18]陈梦家、杨宽、张子高、郭宝钧等都认同这一观点。按这样的理解，钟鼎之齐的配比应为铜85.8%，锡14.2%。

“六分其金而锡居一”之说应是符合《考工记》“六齐”本意的，理由是：

第一，正如张子高在《六齐别解》一文中指出的，对“六齐”的不同解释，其根由在于对“金”的不同理解。他列举《考工记》：“凡铸金之状，金与锡……”“为量，改煎金锡则不耗”“吴奥之金锡，此材之美者也”；《周礼·地官》：“圉人掌管金玉锡石之地”；《周礼·夏官》：“东南曰扬州……其利金锡竹箭”；《荀子》“金锡美”；李斯《谏逐客书》：“江南金锡不为用”；《吕氏春秋·别类篇》：“金柔锡柔，合两柔则为刚”等先秦典籍，认为凡金锡对举之文句，全都指纯铜而言，并无例外。据此，“金有六齐”之“金”是指青铜，而下文的“金”则全为纯铜，“六分其金而锡居一”应是铜六锡一之比。他还举《考工记》“梓人为侯，广与崇方，叁分其广，而鹄居一焉”与“六齐”原文作比较，并从语法结构进一步作出论证。^[19]他的论述是有说服力的。

第二，从锡青铜的合金成分和机械性能的关系来看，也以第二说为合理。按锡青铜在含锡量为14%时

有最好的强度，当锡高于20%时，δ相（电子化合物 $Cu_{31}Sn_8$ ）大量增加，导致合金变脆、延伸率急剧下降。如按第一说，钟鼎之齐含锡量为16.7%，对钟鼎来说并非最佳配比（参见下文）；而斧斤之齐和戈戟之齐的含锡量分别为20%和25%，韧性很差；大刀之齐和削杀矢之齐更高达33.3%和40%，显然极不合理并与实情相距甚远。春秋战国时期青铜器铸作已有长期经验积累，很难想象会采用这样的合金配比。

第三，经国内外学者检测的东周锡青铜器件，其合金成分虽多与“六齐”不尽相符，但两相比较，与第二说略近而与第一说相距较远。从合金配制规范化程度较高的钟鼎、刀剑、鉴燧各齐来看，这样的差距更为明显。

商周时期实际应用的铜合金可分为三大系列：其一是锡青铜系列，其二是铜锡铅三元合金的系列，其三是铜铅或铅铜二元合金的系列。由“六齐”所概括的锡青铜系列是商周青铜合金之一主干，它是历史地形成的。编钟始自西周早期，在先的铃、铙、钲、铎为数较少，和鼎彝之器尚不相匹配。执是之故，殷商时期应只有鼎彝之齐，其后才逐步发展成为“钟鼎之齐”。由于钟铸在声学性能上有特定的要求，它的合金配比和原料选择较诸其他青铜器件都更为严格。在钟鼎之齐的大框架中，事实上存在着一个相对独立的“钟铸之齐”，其掌控幅度虽因时因地因人而异，总的走势——如同曾侯乙编钟所显示的那样——是向着最佳合金配比趋近的。

[11] 参见陈仁锡：《重订古周礼》、徐昭庆：《考工记通》。

[12] 王琏：《中国古代金属原质之化学》，《科学》，1919年第5卷第6期。

[13] 章鸿钊：《中国用锡之起源》，《科学》，1923年第8卷第3期。

[14] 梁津：《周代合金成分考》，《科学》，1925年第9卷第10期。

[15] 袁翰青：《中国化学史论文集》，生活·读书·新知三联书店，1956年。

[16] 周则岳：《试论中国古代冶金史上的几个问题》，《中南矿冶学院学报》，1954年。

[17] 闻广：《中国古代青铜与锡矿》，《地质论评》，1980年第26卷第4期。

[18] 近重真澄：《东洋古代文化之化学观》，《科学》，1919年第5卷第3期。

[19] 张子高：《六齐别解》，《清华大学学报》，1958年第4卷第2期。

第二节 编钟合金成分和金属组织的分析检测

传世和出土的铃、钟类青铜器件，经用现代科学手段进行理化检测并不很多。表 11-7 所示铃、铙和铸，有的并不属于乐器（如铃和甬铃）；有的属于单件钟（如铙），与编钟有别。尽管如此，它们既都是青铜响器，在其产生和衍变的过程中自有相通和相近之处，包括合金配制在内仍有一定的参考价值。

曾侯乙编钟出土时全部完好无损，这是非常难得的。作为珍贵文物，在取样时不容许有丝毫损伤。为此，检测人员逐钟仔细审视其外表和内腔，从少数钟的鼓部底缘的浇冒口凸起部位或钟腔残存的飞边（因泥芯开裂导致铜水渗入而形成的窄条），凿取些许铜屑和铜粒作为理化检测的试样。这些凸起的浇冒口残茬和飞边、毛刺为数很少，在当初铸后清整时，本应是被凿去或磨去的，凿取后，对钟的外观和音响并无影响。化学成分由常规的湿法定量分析测定，并用 NCn-11 型光谱仪做对照性的半定量分析，其结果应是可靠的。表中其他编钟的测试数据也大抵可信。

表 11-7 部分器件（序号 3、4、8、24）的化学成分，其铜、锡、铅总量仅为 80.7% ~ 89.5%，其他元素含量都很低。这表明取样和选样存在缺陷，试样中混入了多量杂质，或因检测不当，导致误差过大。也有一些器件或有很高的锡含量（如序号 23、25），或有很高的铅含量（如序号 5、6、8、10、12、18、22、

24、25、35、36），这也是有疑问的。锡含量过高则性脆、热裂倾向大、不易成形、不耐敲击；铅含量过高则声波传播受阻，甚至成为哑钟。出现上述铅、锡含量偏离常态的情况，推想或因取样部位存在局部偏析，或因选样和分析检测不当；也可能是该地区该时期合金配制不规范，尚处于摸索阶段的反映，或者（对铅含量过高的器件来说）所检测的并非实用的乐钟而是明器。考虑到经检测的铃、钟类青铜器件较少，这些数据仍列入表内录以备考。

季氏梁编钟和曾侯乙编钟金相试样的制备与鉴别均采用常规的手段和方法，腐蚀剂为氯化高铁盐酸水溶液。图 11-4、图 11-5 表明其金属组织均由三部分组成，即 α 固熔体、分布在 α 相间的多边形（ $\alpha + \delta$ ）共析体和呈独立相的铅以及少量夹杂物。这是典型的锡青铜铸态组织，夹杂物少而分散，金属基体是相当纯净和均匀的。图 11-4 中的 α 固熔体呈树枝状，而图 11-5 中的固熔体并非枝状晶，为此，对试样做锡元素的 X 射线面扫描，工作电压为 25KV，试样电流为 0.01 μ A，0.15 μ A。图 11-6 表明锡的分布比较均匀， α 固熔体为等轴晶。而钟铸作时已采取延时脱范、利用铸型和铜液自身热量进行匀化退火这类工艺措施，从而获得铜、锡均匀分布的等轴固熔体组织。

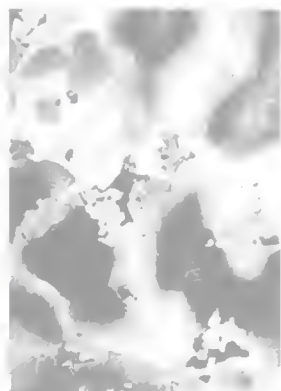


图 11-4 下二 2 钟甬部金相组织 $\times 400$
氯化高铁盐酸水溶液腐蚀



图 11-5 上三 6 号钟金相组织 $\times 400$
氯化高铁盐酸水溶液腐蚀



图 11-6 下二 2 号钟试样 $\times 280$
锡的 X 射线面扫描图像



图 11-7 下二 2 号钟试样 $\times 280$
铅的 X 射线面扫描分布图像

表 11-7 先秦铃、钟类铜质器件的化学成分（%）

序号	器类	出土地点	时代	铜（%）	锡（%）	铅（%）	备注	资料来源
1	铃形器	襄汾陶寺遗址	夏纪年时期	97.86				①
2	铙	湖南宁乡	商代晚期	98.22	0.002	0.058		②
3	铙		商代晚期	68.90	11.80			③
4	铙		商代晚期	73.32	12.17			③
5	銎铃（BZM18:40）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	73.90	11.30	12.10		④
6	銎铃（BZM13:216）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	77.00	9.50	11.40	轮沿取样	④
7	甬钟（BZM7:10）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	92.00	3.70	1.60	甬端取样	④
8	甬钟（BZM7:12）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	61.00	13.80	10.20	甬端取样	④
9	甬钟（BZM7:11）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	97.18	1.90	0.21	甬端取样	④
10	銎铃（BZM7:17）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	73.50	11.80	12.70	轮沿取样	④
11	铎形器（BZM12:14）	宝鸡竹园沟虢国墓地	西周早期	83.80	2.50	7.00		④
12	句鑃	高淳漆桥	西周晚期	84.90	6.50	7.40		⑤
13	铃		西周	80.62	16.88	0.04		⑥
14	铃		西周	81.55	10.90	2.33		⑥
15	甬钟（M2:1甬部）	浙川下寺令尹子庚墓	春秋晚期	80.50	15.60	2.80		⑦
16	甬钟（M2:1舞部）	浙川下寺令尹子庚墓	春秋晚期	73.60	15.00	11.70		⑦
17	钮钟	随州季氏梁	春秋中期	85.00	12.63	0.80		⑧
18	钮钟	随州季家梁	春秋中期	81.24	15.90	1.00		⑧
19	鐙于	镇江谏壁王家山	春秋晚期	66.6	26.20	4.60		⑤
20	钮钟（M:69）	丹徒北山顶	春秋晚期	77.30	17.20	4.60		⑤
21	鐙于（M:621）	丹徒北山顶	春秋晚期	76.10	16.70	4.90		⑤
22	鐙于（M:623）	丹徒北山顶	春秋晚期	78.50	14.00	6.20		⑤
23	铃	丹徒青龙山	春秋晚期	71.60	26.90			⑤
24	铎	丹徒青龙山	春秋晚期	45.80	16.70	27.00	砷1.18%	⑤
25	铎	丹徒青龙山	春秋晚期	56.50	28.70	7.50		⑤
26	钮钟（上三6）	随州曾侯乙墓	战国初期	77.54	14.46	3.19		⑦
27	甬钟（下—2）	随州曾侯乙墓	战国初期	85.08	13.76	1.31		⑦
28	甬钟（中三5）	随州曾侯乙墓	战国初期	83.66	12.49	1.29		⑦
29	甬钟	随州曾侯乙墓	战国初期	78.25	14.60	1.77		⑦
30	甬钟	随州曾侯乙墓	战国初期	81.53	13.44	1.40		⑦
31	钮钟	四川乐山	战国	75.56	14.12			⑨
32	钮钟	四川乐山	战国	71.88	15.31	4.00		⑨
33	钮钟	四川涪陵	战国	79.15	10.18	3.12		⑨
34	铎	河南郑州	战国	73.15	13.88	2.13		⑨
35	铃		东周	73.26	17.72	8.53		⑥
36	铃		东周	73.76	17.45	8.45		③

资料来源：

① 中国社会科学院考古研究所山西工作队、临汾地区文化局：《山西襄汾陶寺遗址首次发现铜器》，《考古》，1984年第2期

② 湖南省博物馆：《湖南省新发现的几件铜器》，《文物》，1966年第4期

③ 梅原末治：《四五之尊彝之化学成分》，《东亚考古学论考》，分析者：山内淑人、小泉瑛一

④ 苏荣蓉、卢连成、胡智生，等：《虢国墓地青铜器铸造工艺考察和金属器物检测》，《宝鸡虢国墓地》（上）附录二，北京：文物出版社，1988年，第620-636页

⑤ 曾琳、夏锋、肖梦龙，等：《苏南地区古代青铜器合金成分的测定》，《文物》，1990年第9期

⑥ 梁树权、张赣南：《中国古铜器的化学成分》，《中国化学会志》，第17卷第1期

⑦ 李敏生：《浙川下寺春秋楚墓部分金属成分测定》，《浙川下寺春秋楚墓》附录三，文物出版社，1991年，第389-390页

⑧ 叶学贤，等：《化学成分、组织、热处理对编钟声学特性的影响》，《江汉考古》，1981年第1期

⑨ 田长浒：《中国金属技术史》，成都：四川人民出版社，1987年，第110页

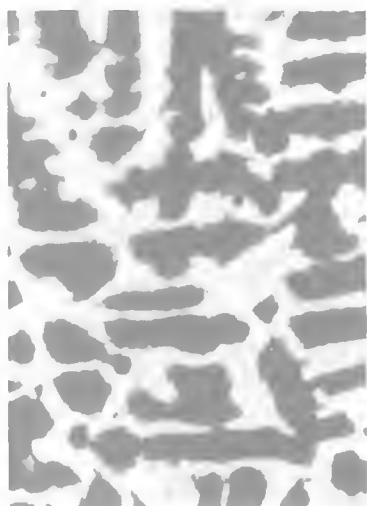


图 11-8 上三 6 号钮钟试样
铅的 X 射线面扫描分布图像 $\times 280$

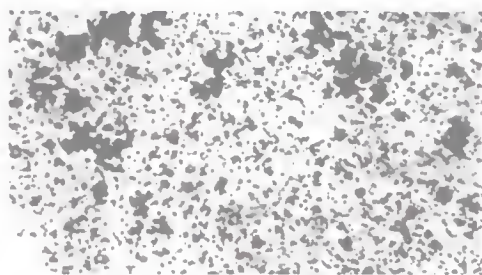


图 11-9 下寺甬钟 (M2:1) 金相组织
未浸蚀 $\times 100$

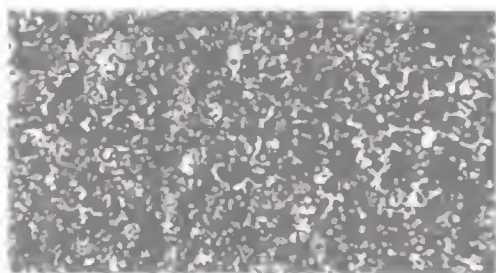


图 11-10 下寺甬钟 (M2:1) 金相
组织 已浸蚀 $\times 250$

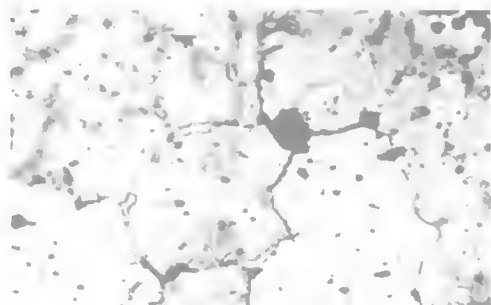


图 11-11 宝鸡强国墓地甬钟 (BZM7:11) 金相
组织 α 单相 $\times 100$



图 11-12 宝鸡强国墓地铙残片 (BZM13 填土) 金相
组织 $\alpha + (\alpha + \delta)$ 单相 $\times 100$

为察知铅的分布,对试样做了铅的背散射电子扫描图像,工作条件同上,如图 11-7 所示。图中的白色块状物为 $(\alpha + \delta)$ 共析体和铅相,黑色物为夹杂及氧化物,基底为 α 相。由图可见,铅相多分布于晶体内部,割裂了 α 基体,从而影响了声波的传播。图 11-8 为钮钟 (上三 6) 试样的铅 X 射线面扫描图像,显示铅分布的不均匀性。

淅川下寺令尹子庚墓甬钟 (M2:1) 的金属组织见图 11-9、图 11-10。前者为未浸蚀的试样,可见多

量微细铅粒和少数显微缩孔。后者为已浸蚀的试样,也是 α 固熔体、 $(\alpha + \delta)$ 共析体和铅粒的机械混合物^[1]。宝鸡强国墓地所出甬钟 (BZM7:11) 含锡量小于 7.1%,金相组织为单相的固熔体,见图 11-11,而墓 BZM:13 的填土中所出铜铙残片,因含锡较高,则为 $\alpha + (\alpha + \delta)$ 的双相组织,见图 11-12。晶粒粗大表明金属液冷却凝固较为缓慢,有可能与延时脱范或铸型预热有关^[2]。

[1] 李仲达、华觉明,等:《淅川下寺春秋楚墓青铜器试样分析报告》,《淅川下寺春秋楚墓》,北京:文物出版社,1991年,第392-400页。

[2] 胡智生、苏荣誉,等:《强国墓地青铜器铸造工艺考察和金属器物检测》,《宝鸡强国墓地》(上),北京:文物出版社,1988年,第580页。

第三节 编钟的最佳合金配比

从山西襄汾陶寺遗址出土的铜质铃形器到战国初期的曾侯乙编钟群，铃、钟类青铜器件经历了长达一千五百余年的发生、发展历程，无论铸型工艺或是合金配制都是从简陋稚拙迭经变易，最终臻于定型和成熟的。从表 11-7 可知，最早的铜质铃形器（序号 1）是用红铜制作的；晚商时期南方地区的某些铜铙（序号 2）仍采用这类材质，甚至西周早期的甬钟（序号 9），铜含量仍有多达 97% 以上的。

但就铙——镈——甬钟——钮钟这一编钟发展演变的主流系列而言，合金中的锡含量呈现逐步提高的趋势，有时偏高有时偏低，铅含量的变化则飘忽不定，春秋中晚期特别是战国初期的曾侯乙编钟，铅含量呈明显的下降趋势，多数在 1.4%～1.77% 之间。这种情况正是铸钟匠师在生产实践中对合金配比不断进行摸索与尝试的反映，具体尺度的掌握常因时因地因人而异，并且会受到各种可知或不尽可知的因素的影响，例如铜料的纯净度和旧铜料中的锡、铅含量等。而句鑃、鐃于等钟属乐器的合金配比，似乎更具有某种不确定性。

为探究青铜双音钟的最佳合金配比，首先必须明了锡、铅含量与编钟声学特性的关系。在曾侯乙编钟研究复制期间，叶学贤等以上三 4 号钮钟为样钟，按不同成分制作了两组试钟，测定它们的声学数据，研究其化学成分、金相组织和热处理方法对基频、声频谱、衰减率的影响。样钟通高 30.1、鼓修 15.8、鼓间 12.4、舞修 13.68、舞间 10.1 厘米，重 5.6 千克。试钟用熔模精密铸造工艺铸作，金属料由中频电炉熔化，以碱煮法清理。

基频的测定是用微型拾音器接收钟声，将声讯号输入 SBT-5 示波器，与 XC-8 型频率仪发出的标准讯号相比较，将示波器显现的利萨如图的频率计数与

7000 型闪光音准仪测得的数据相比照，二者的误差小于 5 赫兹（表 11-8）。

表11-8 试钟锡含量和基频的关系

编号	重量 (千克)	锡含量 (%)	基数 (赫兹)		单位质量的频率 (赫兹/千克)	
			正鼓音	侧鼓音	正鼓音	侧鼓音
1-1	6.04	5.76	874	1064	144.7	187.4
1-2	6.28	8.40	847	1047	134.8	166.7
1-3	6.185	10.76	829	1019	134	164.7
1-4	6.285	12.48	837	1020	133.1	162.2
1-5	6.33	18.72	865	1074	136.6	168.2
1-6	6.15	24.50	883	1120	143.5	182.1

声频谱的测量是将钟声录入磁带，再输入 2131A 型数字频谱分析仪，测得其稳态声频谱数据，由此作出声频谱图（见图 11-13、图 11-14）。钟声衰减曲线是用拾音器接收钟声，输入 BK2305 型电平记录仪直接描出。测音时，各试钟敲击部位和敲击工具不变，音响发生部位和接收处的距离也保持恒定，每钟均分别测试其正鼓音和侧鼓音。

声谱图的横坐标表示音频，采用对数坐标，纵坐标为声级即音的强度，以分贝为单位。频谱采用 1/3 倍频程测定，虽通道较宽，但这些曲线可表示试钟的音色特征。由图 11-14 可见，当锡含量为 5.76%、8.4%、10.76% 和 12.48% 时，基音和其他分音的强度弱，第二分音（相当于中心频率 1.6 千赫）特强，音色单调而尖锐。从含锡量大于 13% 到 24.5%，频率曲线出现三个共振峰，位置大致在基音（0.8 千赫）、第三分音（约 2.5 千赫）和第五分音（约 4 千赫）处，其他各次分音渐次减弱，音色浑厚丰满，与原钟相似（参见本篇图 11-13）。从现代金相学理论可知，锡青铜铸件当含锡量大于 16% 时，冲击韧性降低，机械性能（抗拉强度和延伸率）急剧变劣。由此，就音色来说，锡含量在 13%～16% 区间是适宜的。

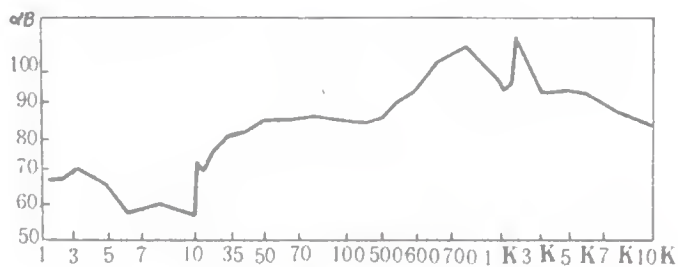


图 11-13 原钟正鼓音的稳态声频谱曲线

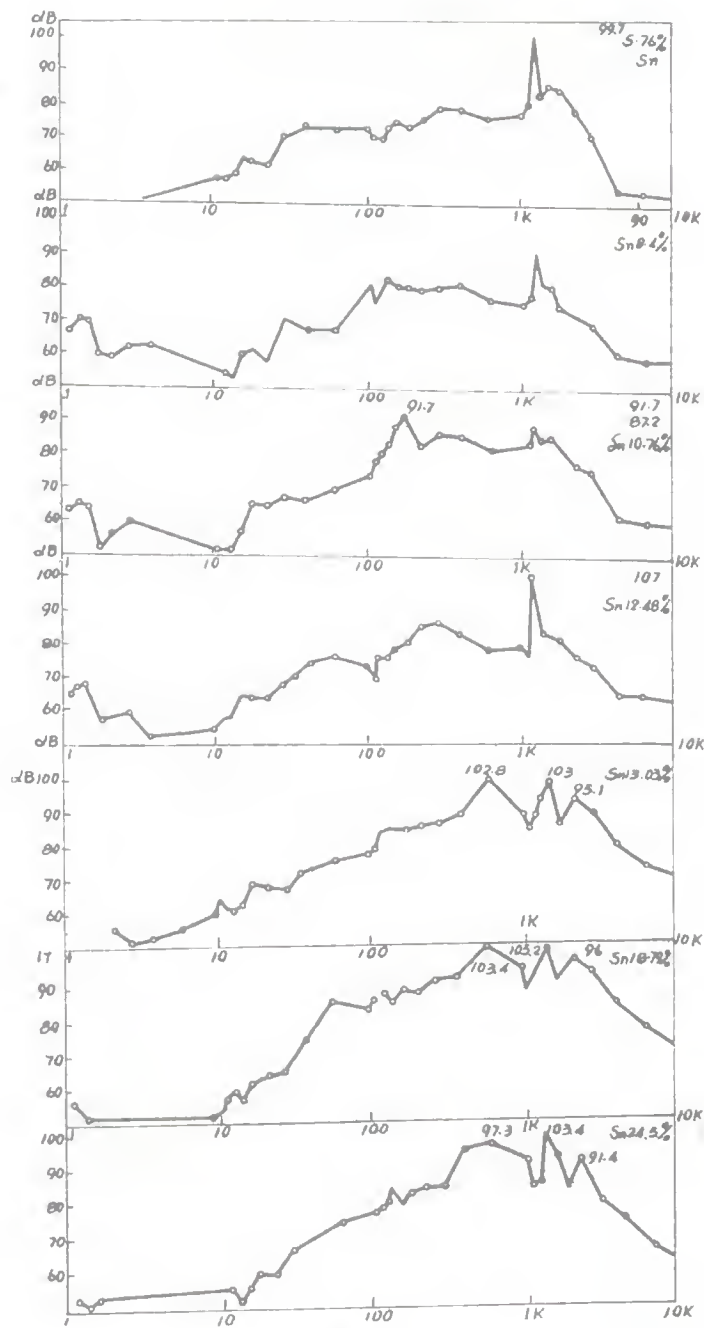


图 11-14 各种含锡量试钟正鼓音稳态声频谱曲线

实验还表明，当锡含量大体不变时，铅在一定范围内（如 0.6% ~ 2.88%）对钟的基频影响较小，声频谱曲线则大体相同。但随着铅含量的增高，音色有变劣的趋势。表 11-9 为不同铅含量与试钟基频的关系。

作为旋律乐器的编钟，钟声的衰减特性具有重要意义。如钟声衰减过慢，演奏时势必相互干扰，形成混响。含铅和不含铅的试钟的钟声衰减曲线显示，铅于钟声衰减有明显影响。这是因为以独立相存在于晶体内的铅粒割裂了 α 基体，对声波传递起着阻碍作用。实验表明，随着铅含量的增长，钟声的衰减呈加快的趋势，但在 1.4% ~ 2.8% 的范围内差别不大。

按材质的固有频率与其弹性模量有着密切的关系。实验时，用砂型浇铸不同锡含量的条状试样（280×20×10 毫米）。在材料试验机上，用电阻应变仪测得其弹性模量。图 2-14 为锡含量、弹性模量和编钟基频的关系曲线。当锡含量在 12% ~ 16% 区间时，基频较低，弹性模量与基频的变化趋势大体相近。锡含量过低或过高，对钟的基频影响较大，与弹性模量的变化趋势相距较大。锡含量在 14% 左右，基频变化最为平稳。^[11]

将上述诸实验的结果作对照和分析，可知编钟锡含量在 12% ~ 16% 区间，具有较高的抗拉强度和一定的延伸率，机械性能较好；在此区间，合金的流动性也较好，利于充型。而锡含量略高于 14% 时，音色较好，基频变化较稳定。铅对钟声衰减有明显影响，但铅含量过高将使音色变劣，而适当的铅能改善合金的铸造性能，使纹饰、铭文更为清晰。据此，当编钟含锡量在 14% 左右和含有少量铅时，其综合性能（铸造性能、机械性能和声学性能）最佳。这正是曾侯乙编钟和淅川编钟选取的合金配比，也与《考工记》“钟鼎之齐”相符。^[12] 出现这样的情况自非偶然的巧合，而是铸造匠师历经千年、不断探索的经验结晶。编钟复制的模拟实验也从一个侧面为《考工记》“钟鼎之齐”的解释提供了佐证，在学术上具有重要价值。

表 11-9 试钟铅含量和基频的关系

编号	重量（千克）	铅（%）	锡（%）	基频（赫兹）		单位质量的基频（赫兹/千克）	
				正鼓音	侧鼓音	正鼓音	侧鼓音
2-1	6.12	0.6	13.03	843	1025	137.36	167.3
2-2	6.3	1.04	13.39	902	1086	143.1	172.3
2-3	5.5	1.44	14.56	778	956	141.1	173.5
2-4	6.2	1.51	14.75	861	1035	139.5	167
2-5	5.8	1.95	13.75	824	1004	141.8	172.8
2-6	6.1	2.88	13.59	842	1032	137.8	168.9

[11] 叶学贤，等：《化学成分、组织、热处理对编钟声学特性的影响》，《江汉考古》，1981 年第 1 期

[12] 华觉明，等：《曾侯乙编钟冶铸技术与声学特性研究》，湖北省博物馆：《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992 年，第 461-492 页。

第三章 编钟的铸造方法和铸型构成

第一节 上层钮钟的造型工艺

钮钟和铃、铎的形制有类似之处。它们都有钮，但铃和铎均为平口，而钮钟则是曲手。铜铃也有编组使用的，如陕西扶风庄白一号窖藏所出的 7 件铜铃，形制相同，大小有序，应是和同出的 21 枚甬钟配伍的，年代为西周中期。^[1] 已知最早的铸出自江西新干大洋洲商墓^[2]，西周中期出现三枚一组的编铎^[3]。

钮钟的形制、纹饰和铭文都较简单，铸型工艺却有其特点：钟体、泥芯常自带用以定位的泥质芯撑，俾芯的装配较为简便可靠，铸后在舞部、钮部形成透

空或间而不透空的槽孔。湖北随州季氏梁、擂鼓墩，江苏六合程桥，广东清远等地所出钮钟都用这一制法。

钮钟铸型由双面范和泥芯组成。铸型组装或有误差，有时出现错范现象。如图 11-15 所示，钮钟(上三 1)一面的铣角稍长于另一面，而舞部表面略低，即是错范所形成的。钮钟铸型的制作与装配如图 11-16 所示^[4]：首先，须按设计意图制作钟样。侯马铸铜遗址所出钟样下部中空，于钟体两面和舞部边缘刻划轮廓线。舞广中心线处也刻出细线，中间部位呈长方形与钟钮



图 11-15 曾侯乙上三 1 号钟钟口

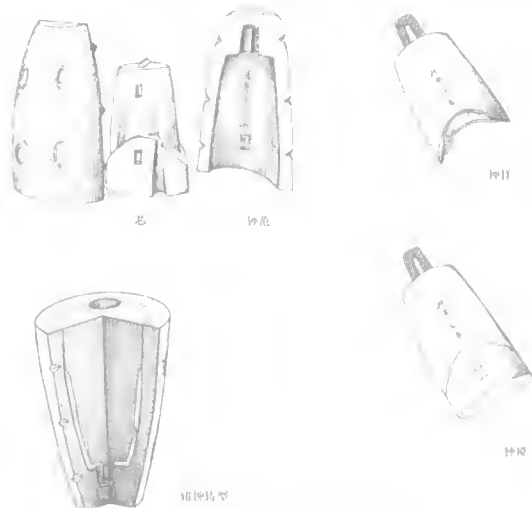


图 11-16 钮钟的制作与装配

[1] 《中国音乐文物大系·总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西、天津卷》，郑州：大象出版社，1996 年，第 31 页。

[2] 江西省博物馆，江西省文物考古研究所，新干县博物馆：《新干商代大墓》，武汉：湖北人民出版社，1997 年，第 73-74 页。

[3] 刘怀君：《眉县出土一批西周窖藏青铜乐器》，《文博》，1987 年第 2 期。

[4] 华觉明，等：《曾侯乙编钟冶铸技术与声学特征性研究》，湖北省博物馆：《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992 年，第 162 页。

定位及确定边缘弧度有关。钟模按钟样加长制作，是为制范与合范的需要。由于造型泥料（范料）的收缩率较大，模的尺寸应较钟样稍大。模的下部有榫。铸范是从钟模翻制的，其相应部位有卯，备与芯榫相合。一般认为，芯是由模刮削而成的，刮去的厚度即为壁厚。在山西侯马、辽宁抚顺、江苏无锡等地所作传统铸造工艺调查，也证实了这一点。在刮削前，要于模表划线成格，线、格愈细小，刮制的精度愈高，芯的

形状和尺寸也就愈精确。用于刮制的工具是发梳的残段。刮下的芯上重量的8倍，即是熔化时所需的金属材料重^[1]。图11-17为山西侯马铸铜遗址所出的钟模，模表划线成格，想来也与刮制泥芯有关。又，图11-18铸范背面做出凹窝，是为便于握持。泥芯顶端和上部的凸起部分，即是安装时用以定位的自带泥芯。侯马出土的钟钮模和钟钮范，也可作佐证。



图11-17 钟体模 春秋晚期
左模通高9.5、上宽6.5、厚2.7、底宽7.6、厚3.2厘米，右模通高9、上宽6.7×5.3厘米
山西侯马晋都城铸铜遗址出土 藏山西省考古研究所侯马工作站

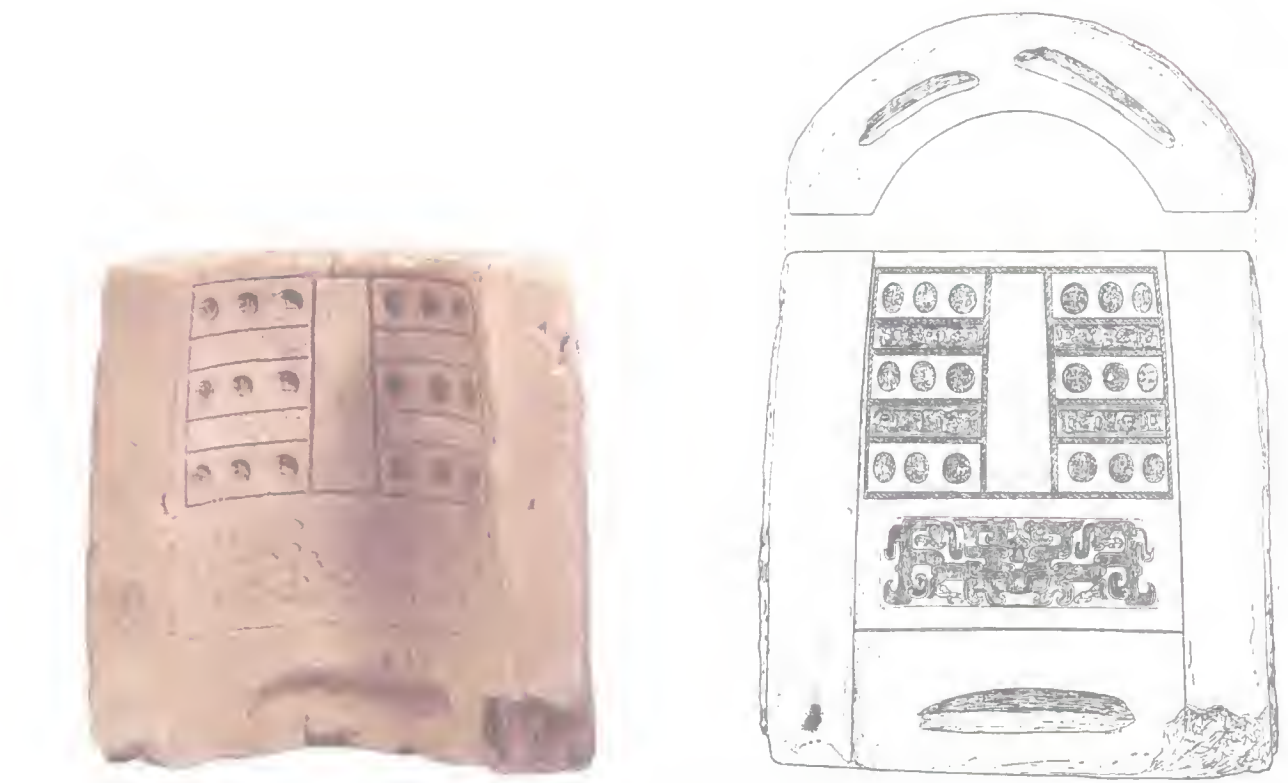


图11-18 钟体外范 春秋晚期
通高16、上宽4.1、下宽15.4、厚2.5厘米
山西侯马晋都城铸铜遗址出土 藏山西博物院

[1] 华觉明：《中国古代金属技术》，郑州：大象出版社，1999年，第223页。

1979年—1980年，曾侯乙编钟复制研究期间，为验证以上判断和探索编钟复制工艺，由中国社会科学院考古研究所、中国机械科学研究院铸造研究所和中国科学院自然科学史研究所组成试制小组，以上三1号钮钟为样本，进行了模拟实验^[1]。由于有先前商周青

铜器复原试铸的大量工作为基础，实验相当顺利，复制钟质量良好，达到了形似、声似的预定目标，经验收成为曾侯乙编钟复制件中的一件；同时，也证实以上关于钮钟造型工艺的分析推断是正确的。

第二节 中层甬钟铸型的构成

在各类乐钟，形制最复杂，铸造技术最高超的是甬钟。从西周早期到春秋时期，甬钟形制逐渐完备，花纹日趋繁缛，工艺相应改进和完善。例如，随着甬端由透空到不透空、衡部由无纹变为有纹，遂有衡部分范的设置；倒悬用斡，须另设分范；钟面乳钉和无饰之枚可在范面加工或用活块造型，但有倒梢和花纹就必须设分范；等等。这样，经过约五百余年的发展，到战国初期出现了铸型工艺极为复杂、巧妙的曾侯乙编钟。

铸型的获得首先需按设计意图塑制钟样，即用陶土依样制成半圆形钟模，并在模上划线和模刻铭文；其次进行钟体附饰及花纹的制作。

据曾侯乙编钟甬钟（中三1）钟体附饰及花纹所处部位，细部构成及范缝等细节（见图11-19、图11-20），可推断其成型方法和步骤如下：



图 11-19 曾侯乙中三1号甬钟



图 11-20 曾侯乙中三1号甬钟侧面的范缝

[1] 参与模拟实验的成员有白荣金、冯富根、华觉明、张宏礼等，详见华觉明：《中国古代金属技术》，郑州：大象出版社，1999年，第120-135页。

一、枚

枚范都从枚模翻制，阴干后置于钟模相应部位，其旁加泥，成为枚部分范。枚间花纹用印模压制。枚范端部可以修得很薄。所以，枚间的花纹有时几乎和枚接壤。（见图 11-21）

图 11-22、图 11-23 为侯马铸铜遗址出土有枚模和枚范，可作佐证。



图 11-21 曾侯乙中三 1 号钟局部



图 11-22 钟枚模 春秋晚期
高 3.2、底部直径 7 厘米
山西侯马晋都铸铜遗址出土 藏山西博物院



图 11-23 钟枚活范块 春秋晚期
最大 4.2×4.2、最小 1.8×1.8 厘米
山西侯马晋都铸铜遗址出土 藏山西博物院

二、篆带纹饰

甬钟（中三1）的篆带纹饰有甲、乙两种，甲种由6个相同的花纹单元正倒相间地组成，乙种则由5个这样的花纹单元加上左右各1/2花纹单元组成。（参见本篇图11-21）它们其实是由同一范盒翻制而成，只是因为裁切部位不同而成为两种纹样。所用范盒的纹样应由若干阳文陶模拼成，而这些陶模又出自同一阴文模盒（见图11-24）。采取这样的工艺方法，可由同一模盒翻出所有陶模，又由多个陶模拼成的范盒翻出所有的范片，既巧妙又便捷，并且保证了纹样的一致。花纹单元的正倒相间以及甲、乙两种纹饰的不同组合，是为在整齐中寓有变化，乍看之下甚为繁缛而多变，避免了单调划一之感，显示了铸师们独具的匠心。

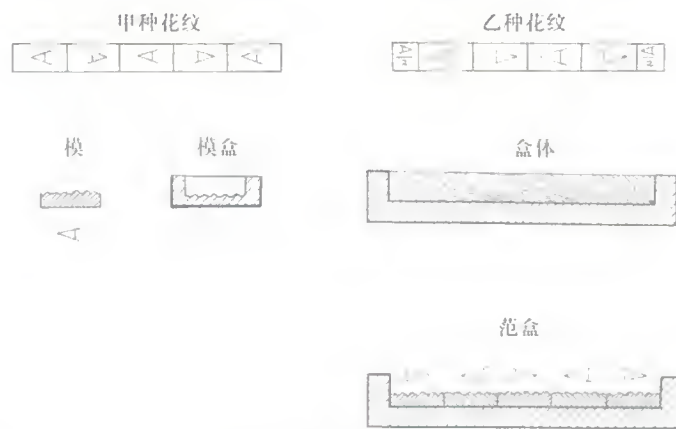


图 11-24 篆带纹饰分范的形成

三、钟体周缘纹饰

钟体周缘的纹饰看似繁缛，其实和篆带纹饰一样，各花纹单元都是相同的，只是长度和安置方位有所不同。各段落间都有很窄而凸起的铸缝，说明所有分范都用同一范盒翻制，然后依次裁切和安放在钟模上。由图11-25可知，范片的组合是大体有序而又有一定的随意性的。

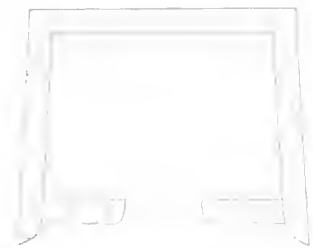


图 11-25 钟缘范片的组合

郭宝钧认为春秋战国时期繁缛细密、由多个相同单元组成的铜器纹饰，是用印模在范面按捺而成的^[1]。这种模印花纹确实是有，但印出的花纹较浅，各单元相接

处有印痕却无凸缝，有时还有错印和漏印。曾侯乙甬

钟的钟体周缘纹饰属于高浮雕型（高约2毫米），接缝凸起而齐整，未见错、漏印痕，钟体又有较大弧度，是不可能用印模获得的。

那么，这种纹饰有无可能采用相反的方法，即先用阴文范盒翻制阳文分模，逐一嵌入钟模，再翻出钟体铸范呢？经研究，否定了这种可能性的存在。因为：其一，如采用这种做法，纹饰各段的接界处将是阴线，而不会是凸起的。其二，钟体呈拱形，曲度较大，纹样又属高浮雕型，如整块铸范众模直接翻制，脱模时纹样势必受损，不可能像曾侯乙甬钟这样光整，很少瑕疵。其三，商周铸铜遗址中从未发现类似实物，而分范、范盒以及划线的钟模在侯马铸铜遗址中多有出土，有的分范出土时仍和范盒紧扣在一起。

四、钲部界划

钲部各分范及纹饰范片组装完成后，须于其周遭及结合部位用模具压印花纹使接缝消失，铸后成为凸

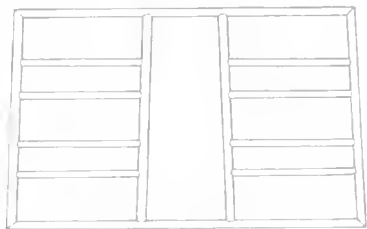


图 11-26 曾侯乙钟钲部界划

起的界划，从图11-26、图11-27可知，压印次序是先横向再纵向，侯马钟范也有同样的情形。



图 11-27 曾侯乙中二12号钟钲部花纹压印次序

[1] 郭宝钧：《中国青铜器时代》，北京：生活·读书·新知三联书店，1963年，第15页。

五、鼓部纹饰

鼓部花纹位于钟体正中，最为显眼。(见图 11-28)为此，多精心设计与制作。鼓部范片系从鼓模翻制，再嵌入钟体铸范，图 11-29 所示侯马铸铜遗址出土的鼓模、鼓部范片可作佐证。



图 11-28 曾侯乙中一 6 号钟鼓部纹饰

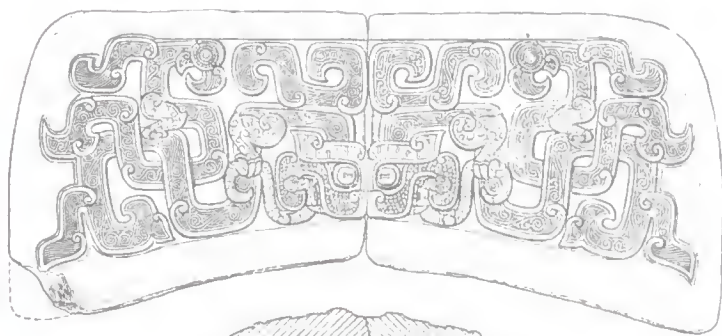
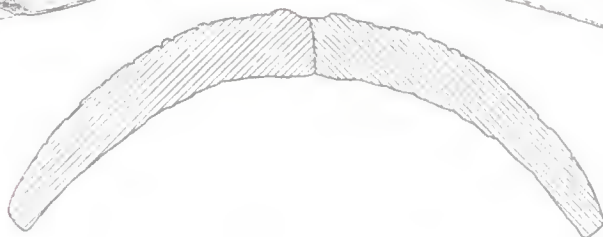


图 11-29 钟鼓纹饰模 春秋晚期
高 8~6、弧面宽 19 厘米
山西侯马晋都铸铜遗址出土 藏山西博物院



六、舞部纹饰

舞部纹饰常以舞广中心线为界对称分布（见图 11-30），范片依此分成 2 片或 4 片，由舞部模具翻制。图 11-31、图 11-32 为侯马铸铜遗址所出舞部模具和舞部范片。

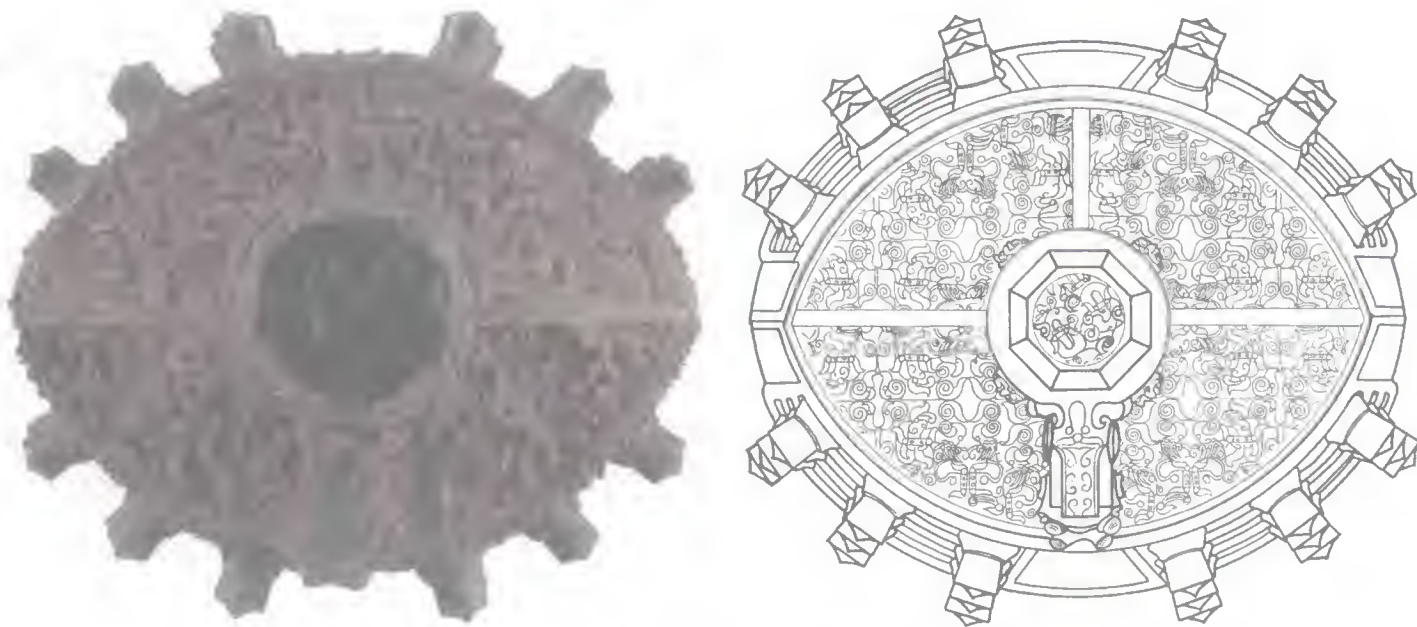


图 11-30 曾侯乙中三 1 号钟舞部纹饰



图 11-31 夔凤纹钟舞模 春秋晚期
上宽 38、下宽 17、厚 1.7 ~ 2.5 厘米
山西侯马晋都铸铜遗址出土 藏山西博物院

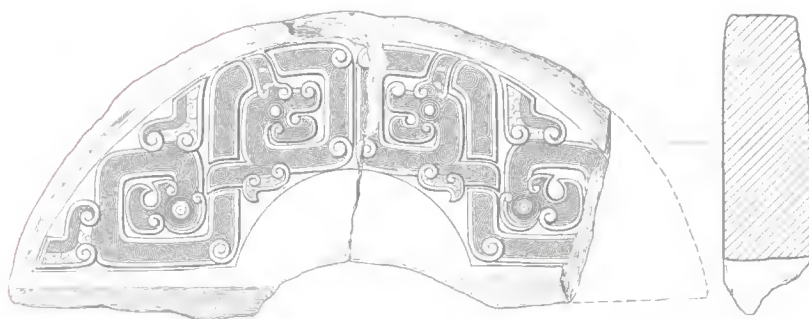


图 11-32 钟舞模 春秋晚期
山西侯马晋都铸铜遗址出土 藏山西博物院

七、甬范

甬钟（中一4）的甬部为八面棱柱体（见图 11-33）。经 X 光透视，得知甬部是中空的，内有泥芯。（见图 11-34）据此，甬范各面当由 8 件范片对开组成，分型面与钟幹中线成 22.5° 的夹角，由此形成的铸缝清晰可见（见图 11-34）。甬衡纹饰则由衡部分范

形成（见图 11-35）。幹部四周存有明显的范缝（见图 11-36），足证幹范是单独成型，再和甬部铸范组装在一起的。幹范由双面范和泥芯组成，其制备及装配过程见图 11-37 所示。侯马铸铜遗址出有多件甬模和甬范（见图 11-38、图 11-39），可作佐证。



图 11-33 曾侯乙中一 4 号甬钟甬部



图 11-34 曾侯乙中一 4 号甬钟甬部
X 光透视图

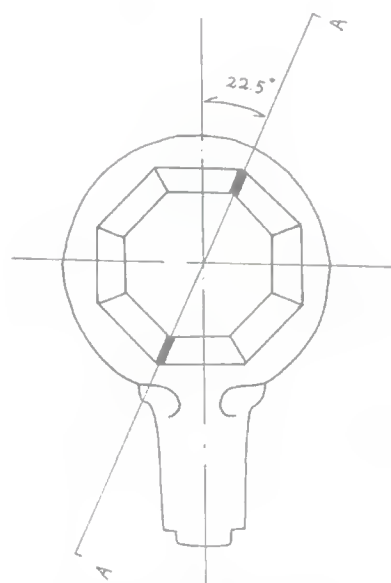


图 11-35 甬范的分型

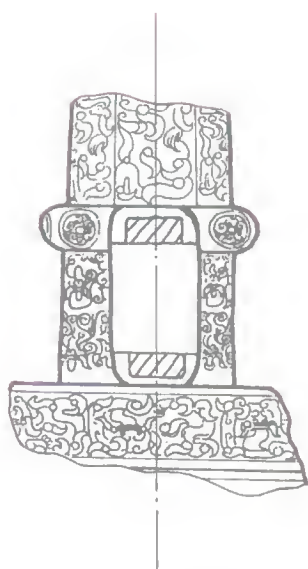


图 11-36 幹周铸痕

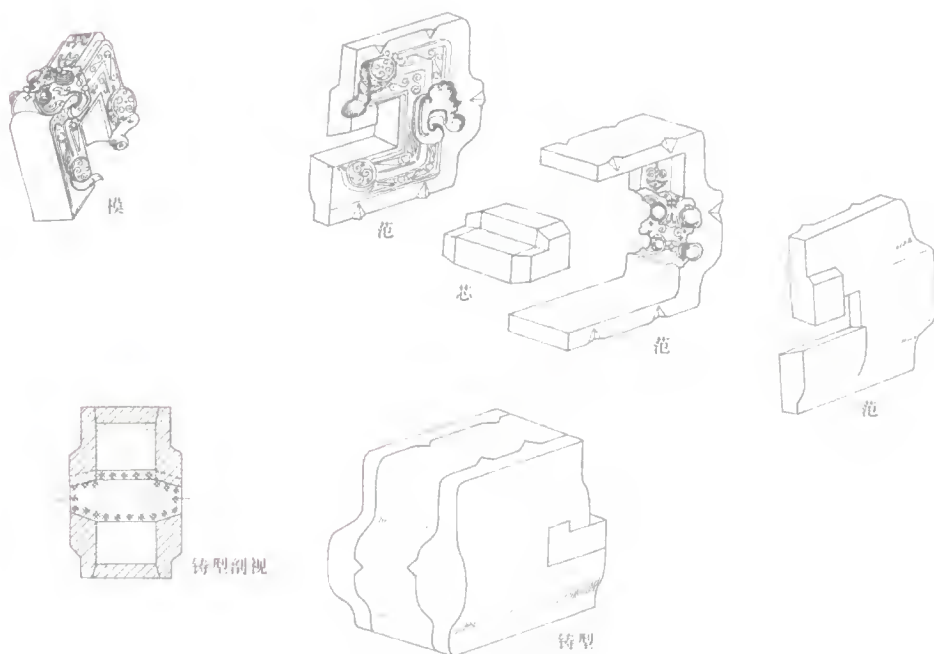


图 11-37 幹范的形成

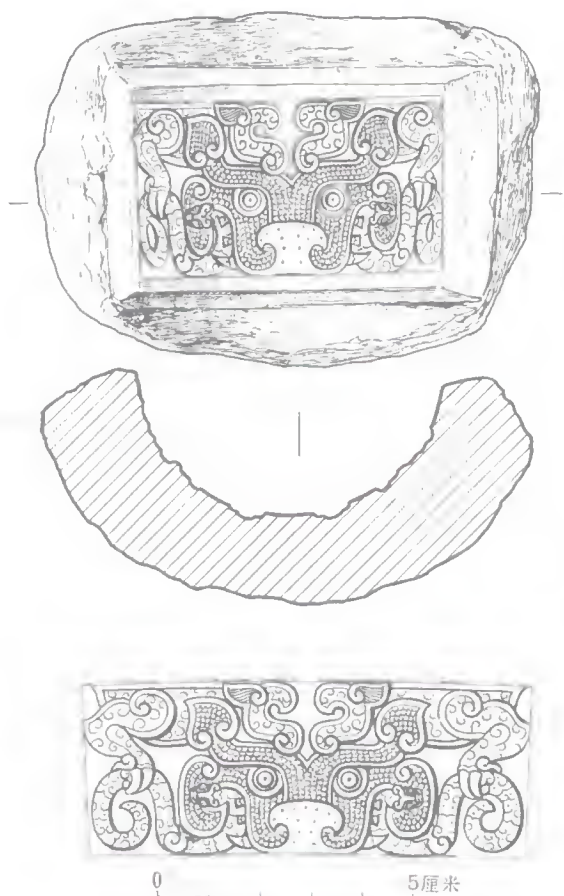


图 11-38 钟甬范及纹饰示意图

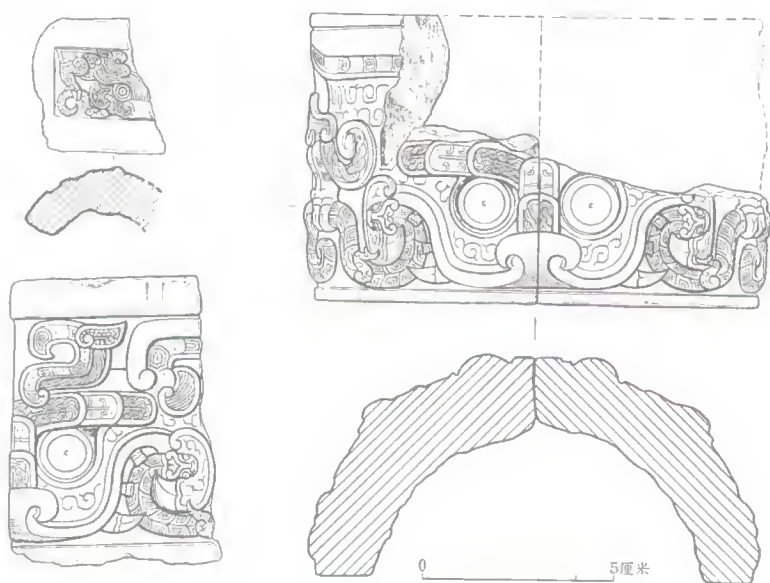


图 11-39 钟甬模示意图

八、泥芯

钟体和甬部的泥芯可由钟模和甬模刮削而成，也可用钟模和甬模翻制芯盒，再用芯盒制作泥芯。由实物检验可知，编钟所用泥芯分为两层，外层用细沙泥作面料，烘烤后呈红色，内层用粗砂泥掺以多量瘠性材料（草木灰或炭屑）。经检验，钟甬残存的泥芯，其化学成分为二氧化硅（ SiO_2 ）69.9%，氧化铝（ Al_2O_3 ）12.72%，氧化钙（ CaO ）0.83%，氧化镁（ MgO ）1.54%，氧化铁（ Fe_2O_3 ）4.07%，氧化亚铁（ FeO ）0.96%，二氧化钛（ TiO_2 ）0.50%，氧化锰（ MnO ）0.075%，氧化钾（ K_2O ）1.94%，氧化钠（ Na_2O ）1.19%，碳（C）0.14%，铜（Cu）0.55%，铅（Pb）1.6%。

浇口和排气孔道是在泥芯上开设的（见图 11-40）。中层甬钟底缘有明显的浇口遗痕，一般是 2 至 4 处对称分布，宽度约为钟厚之半（见图 11-41）。这说明中层甬钟和钮钟一样都是倒浇的。钟的壁厚由上而下逐渐增加，倒浇有利于金属顺序凝固，钟的上部纹饰可较清晰美观，但钟的下缘易出现缩松、缩孔和气孔是其缺点。



图 11-40 曾侯乙中三 4 号钟内腔泥芯残迹



图 11-41 曾侯乙上—1 号钮钟浇口痕迹

九、铸型之形成与组装

如上所述，钟体铸范将嵌入枚部分范、篆带纹饰范片、钟体周缘范片、鼓部范片，并压印钲部界划。侯马铸铜遗址所出钟体范可作佐证（参见本篇图 11-17）。为减少所需模具和简化工序，相邻钟的纹饰范片有时用同一模具翻制。曾侯乙中一 1 号甬钟和中二 2 号甬钟的篆带和钟体周缘纹饰的尺寸与样式完全相同即是其中一例。甬范由甬部铸范、衡范、斡范和甬芯组成。钟甬先

铸，再置入由钟体范、舞范和钟体泥芯装配而成的铸型内，浇注后与钟体铸接成一体。为保证安装准确，钟体泥芯端部正中划有十字线，铸后在钟腔相应部位留有铸痕。以甬钟（中三 1）为例，整个铸型分为两段、四个层次，共使用范、芯 136 块，制型过程中需用模具 12 种，见图 11-42 及表 11-10 所示：

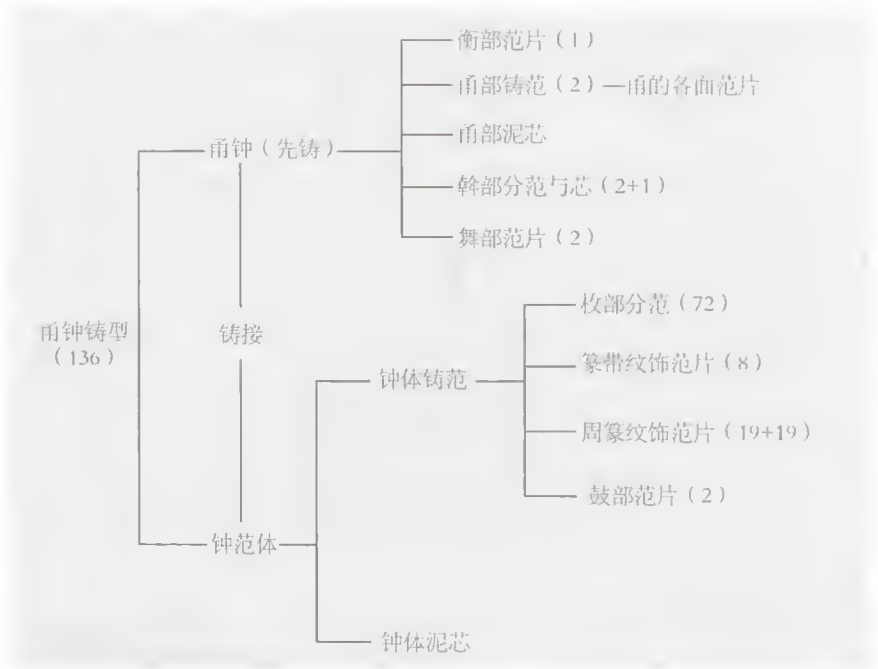


图 11-42 中三 1 号甬钟铸型的构成

表 11-10 制作甬钟铸型所用模具

模型	钟模 (2件)	甬模 (1件)	枚模 (1件)	鼓模 (1件)
芯盒	钟体泥芯 (1件)	甬部泥芯 (1件)		
范盒	甬部分范 (1件)	舞部范片 (1件)	周缘纹饰范片 (1件)	篆带纹饰范片 (1件)
印模	钲部界划 (1件)			

第三节 下层甬钟的铸造

以上所举中层甬钟属于非整体铸造的铸型构成（钟甬先铸，再嵌入铸型使之与钟体相铸接）。这并不排斥有些甬钟是由整体铸型一次铸成的。

曾侯乙编钟下层最小的甬钟（下二1）通高90.8厘米，重64.8千克（见图11-43、图11-44），最大的钟通高152.3厘米，重203.6千克，其高度、体量和重量均非中、上层的中、小型甬钟和钮钟可比，大大增加了造型、熔化、浇注等一系列铸造工序的难度。

从实测可知，相邻的两枚或三枚大甬钟的篆带、钟体周缘和鼓部纹饰的样式和尺寸常是相同的，如下二1、下二2、下二3；下二4、下二5；下二6、下二7和下二8、下二9钟均是如此。这说明为省却模具制作的繁难和简化操作，体量和尺寸相近的大钟的纹饰范片常用同一模具翻制。安徽寿县蔡侯墓所出编钟也可见同样的做法，可作佐证。

下层甬钟的一个特点是衡部和甬部都以红铜花纹为饰（见图11-45、图11-46）。光谱分析表明，红铜试样的含铜量约98%，含锡量为1%~2%，金相检测显示其为铸态组织（见图11-47）。试样中的小灰点在显微镜下呈淡蓝色，偏光下则呈鲜红色，属于氧化铜夹杂（ CuO_2 ）。此外还有呈网状分布的小灰点，据铜—铋二元平衡图可知是共晶变化时析出于晶界上的铋。



图 11-43 曾侯乙下二1号甬钟钟腔



图 11-44 曾侯乙下二1号甬钟



图 11-45 曾侯乙下一 1 号甬钟衡部红铜铸镶纹饰



图 11-46 曾侯乙下一 1 号甬钟甬部红铜铸镶纹饰

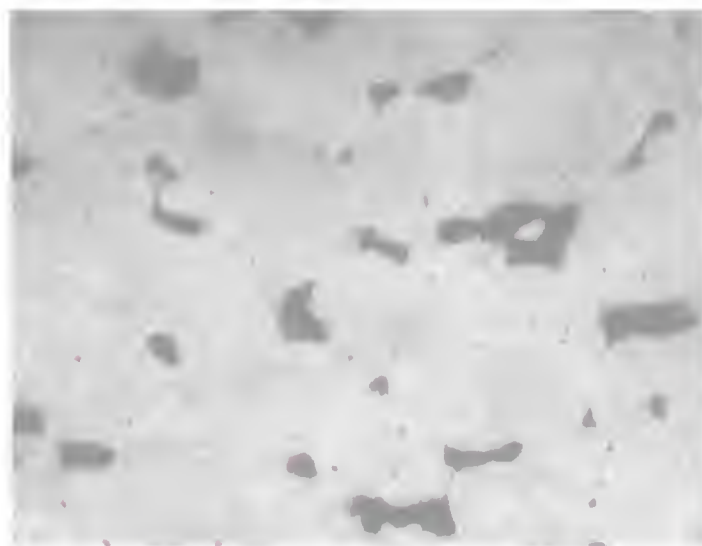


图 11-47 曾侯乙二 5 号甬钟甬部红铜纹饰的金相组织
(未浸蚀 ×100)



图 11-48 曾侯乙墓盥缶上的铸镶花纹

红铜镶嵌有两种工艺，一种是在青铜器上预铸纹槽，再将纯铜锻成条状，锤入槽中形成纹样。而从下层甬钟和同墓所出的盥缶等同类器物来看，成片状的红铜纹饰应是事先铸就的，然后嵌镶在范上，于浇注时和器体铸接在一起。（见图 11-48、图 11-49）

为检验以上推断，华觉明和贾云福等人做了复原实验。^[1] 将预先铸就的红铜纹饰薄片置入铸型中，铜片的厚度约为器厚之半，型上设浇口范。浇注后所得红铜铸镶纹饰的形状和金相组织，均与出土实物相近。当器物表面满布红铜纹饰时，型腔中嵌入的铜片等于是大量的“冷铁”（冷铜），这会给铸造成形带来很大的困难。钟甬壁薄，嵌镶红铜纹饰时要求有更高的铸型预热温度、铜水过热温度和浇注温度。所以，这一

工艺之成功实施可视为该时期铸铜技术进一步成熟的一个标志。根据其工艺特征，称之为“铸镶法”。

为尽可能避免铸造过程中的风险、降低铸型高度与体量，以减少造型、装配、熔化、浇注等一系列工序的难度，下层甬钟的钟甬也是预铸的。采取这样的铸造方法，对大型乐钟来说，比中、小型钟尤为重要。细致的考察表明，所有大钟的底缘均无浇口遗痕，而这样的遗痕却发现于舞广中心线部位，虽经铸后磨砺和清理，其情状仍明显可辨。就是说，为适应铸造工艺需要，大钟是正浇而不是倒浇的。采取这样的浇注位置，如有气孔、夹杂等铸造缺陷，将集中于钟体上部，有可能影响纹样的清晰与美观，但钟体下部的铸造质量将较好，金属组织将更致密，有利于保证钟的音响

[1] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》上册，北京：文物出版社，1989年，第640-644页。

效果。而在工程实施中,这样的措施实际上是对铸造质量提出了更高的要求,即须尽可能地避免气孔、夹杂等铸造缺陷,以确保乐钟的整体完好。对比曾侯乙中、小型钟和大型甬钟的铸造质量,无论是金属组织的纯净与致密度还是表面铸态与纹饰清晰度,二者并无明显的差异,甚至大钟的质地总的来说还略优于中、小型钟。无疑,大型乐钟代表了该时期冶铸技术所达

到的最高成就。铸师们在大型乐钟的冶铸上,是倾注了全部心力的。

以上论述着重于曾侯乙编钟的铸造方法和铸型构成,关于造型材料(模料、范料和芯料)的制备,以及模、范、芯翻制时用分型剂、范腔和芯面涂料等工艺细节未予详述。

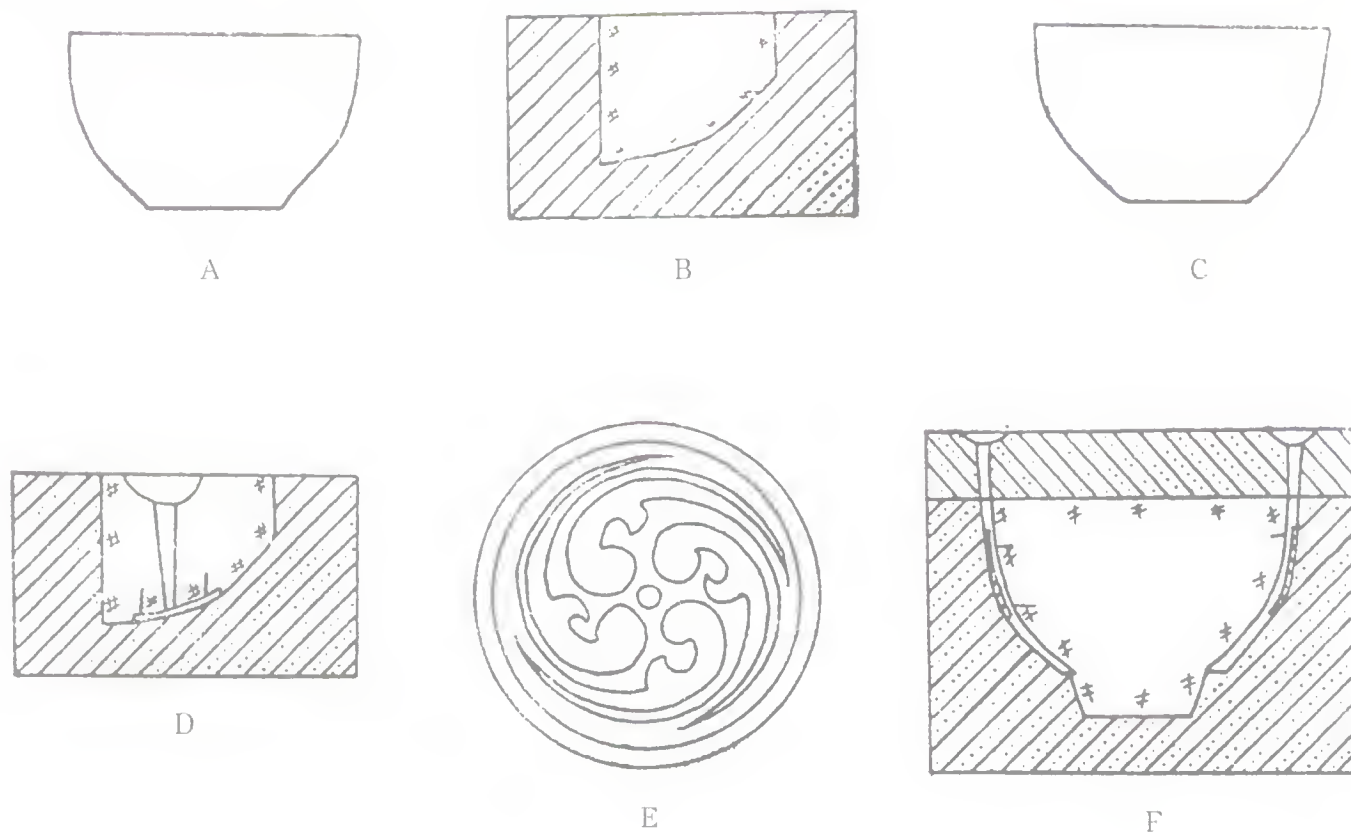


图 11-49 曾侯乙墓甬钟花纹铸镶工艺流程图

A. 花纹模具,其表面的曲度和形状与甬钟相同 B. 石膏模型,在模上雕刻所需纹饰并设浇口
C. 石膏模型上的浇口 D. 所铸花纹图案 E. 所铸花纹图案 F. 甬钟纹饰的合范图

第四节 簠簣结构及铜构铸作

簠簣是钟架的古称。《礼记·明堂位》称：“夏后氏之簠簣”，郑注：“所以悬钟也，横曰筓（簣）……植曰簠。”《考工记》说：“梓人为簠簣。”梓人为攻木之工。簠簣起初多是木结构的，河南信阳长台关、固始，四川涪陵墓葬均有木制簠簣与编钟同出。曾侯乙编钟所用簠簣，结构最宏伟，制作最精。它的立面分作三层，平面呈曲尺形，簠用木制，长方形截面，髹以黑漆并彩绘花纹。上层分为三列，由带铜饰的木簠职称。中、下层的簠都用两根方木交叉构成，南在上，西在下，由咬口连接，簠端以金釭为饰。簣由铜铸，为佩剑武士形象，亦即习称“金人”。下层金人立于圆丘形铜跗座之上。整套簠簣气势宏大，承载重达 2567 千克的编钟群以及悬挂附件，历时两千四百余年，出土时竟依然完好。

簠簣结构的坚固性和稳定性是至关重要的，为此所采取的措施是：

1. 木簠用截面粗大的优质木材制作，钟簣用青铜铸造，以保证钟架有足够的强度。铜簣下设跗座增加了承压面积，减少了单位面积所受压力。钟架的重心在跗座范围之内，有利于整个构架的稳定。
2. 钟架的平面布置呈曲尺形，使构架两边互为掎角之势，不易倾倒。下层金人连同跗座、底座均用铜铸，总重达 300 千克，使整套钟乐装备的重心下移，也有利于增加其稳定性。
3. 上层钲钟直悬，中层甬钟后倾（击钟者位于簠簣之后），下层甬钟前倾（击钟者位于簠簣前方）。这不仅出于演奏的需要；也为了的是使钟的重量分布均匀、重心落在钟簣的横向中心线上，钟架就不易倾倒，而且也适用于青铜作为脆性金属材料，抗压能力强而抗弯能力较弱的点。

4. 材料力学的计算表明，空心构件的抗弯能力较实体构件为优。所以，钟簣金人做成空心的，主要目的不是为节省金属，也不是为增强共鸣作用，而是为了增加强度特别是抗弯强度。

在簠簣铜构中，最引人注目的是钟簣金人。经用超声波以穿透法做无损探测，得知其体腔是中空的^[1]。它的本体由复合陶范铸造成形，两端接装方形截面的铜榫，上端和簠相接，下端插入跗座。跗座遍饰高浮雕形的变体龙纹。这些附饰是预先铸就，在浇注跗座时与之铸接的。跗座之下置一铜盘，由盘的十字形凸棱和座相配。盘周有四个铜环，便于提携安装，环钮作成象鼻形。座和盘的装饰当即《说文解字》所说（簠簣）“饰猛兽之象于其足”。

为什么钟簣要作成人形呢？《考工记》说：“羸者、羽者、鳞者以为簠簣……厚唇、弇口、出口、短耳、大胸、耀后，大体、短脰，若是者谓之羸属。恒有力而不能走，其声大而宏。有力而不能走，则于任重宜；声大而宏，则于钟宜，若是者以为钟簣。是故系其所县，而由其簣鸣。”以上列举的羸属，其体形特征和人类相符。所以，夏纬瑛认为羸即是人，“大胸”意为胸部阔大，其中当空，与钟共鸣^[2]，似乎钟声是由金人的胸腔发出的。

关于簣的形制，《考工记》说：“小首而长，转身而鸿，若是者谓之鳞属，以为簣。凡攫网援簣之类，必深其爪，出其目，作其鳞之而。深其爪，出其目，作其鳞之而，则于眠必拨尔而怒。苟拨尔而怒，则于任重宜，且其色必似鸣矣。”鳞类为鱼类，而龙是“鳞虫之精者”，它能负重，能鸣，用作钟簣是适宜的。曾侯乙钟簣彩绘特别是簠端金釭的高浮雕型蟠龙附饰，正是深爪、出口、鳞甲隆起的形象，亦即扬雄《甘泉赋》

[1] 吴良才：《曾侯乙墓出土青铜器的无损检测》，湖北省博物馆：《曾侯乙墓》上册，北京：文物出版社，1989年，第636-638页。

[2] 夏纬瑛：《周礼·书有关农业条文的解释》，北京：中国农业出版社，1979年，第109-110页。

所说：“金人伋伋其承钟簣兮，嵌岩岩其龙鳞”。由于西簣过长，在簣的中点处于下层和中层各设一圆形铜柱用以支撑。工艺考察表明，下层簣端金釭蟠龙附饰是分铸嵌接的，釭的中心线处有合范的错缝可证，釭面的蟠螭纹和钟体周缘纹饰相同，是用同一范盒翻制的分范或正或侧地组合成形的。中层金釭为突出装饰效果，采用高透雕型的花卉状附饰（金华）。它们是预先铸就，浇注时和釭铸接的。（见图 11-50）为牢固起见，金釭（亦即钟架横梁的铜套）在安装时需塞入楔形木

板，并灌注铅锡合金。（见图 11-51）所注铅锡合金重达 14.8 千克，其化学成分为铅 58.48%，锡 36.88%，铜 0.23%，锌 0.19%（铜、锌为杂质）。

综上所述，曾侯乙编钟簣簣结构合理，具有很好的强度和稳定性，制作精巧、装饰华美。它和编钟群构成了一个完美的整体，在充分满足功能要求的同时，达到了技术和艺术的高度统一，堪称珠联璧合，相得益彰。^[1]（见图 11-52）

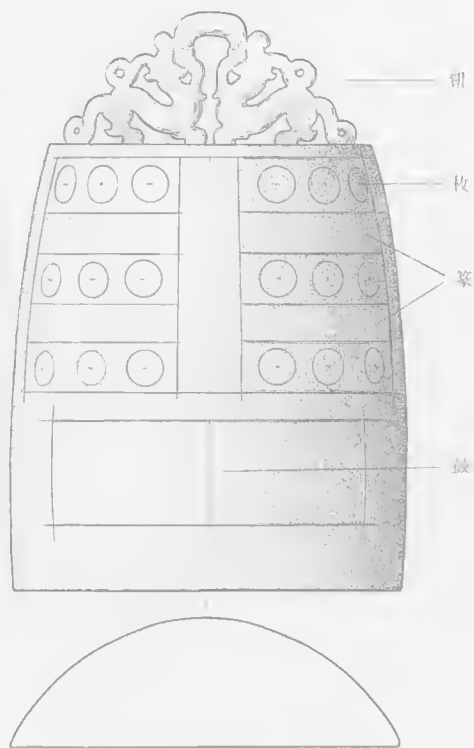


图 11-50 铸接在曾侯乙编钟钟架铜套上的附饰

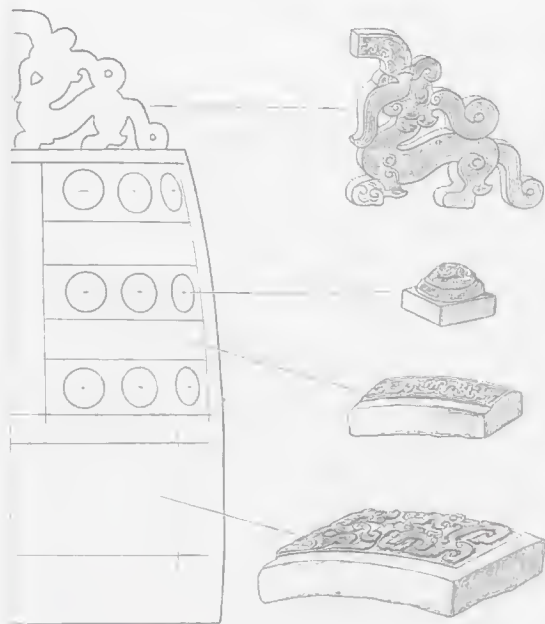


图 11-51 曾侯乙编钟钟架铜套内部可见安装时灌注的铅锡合金

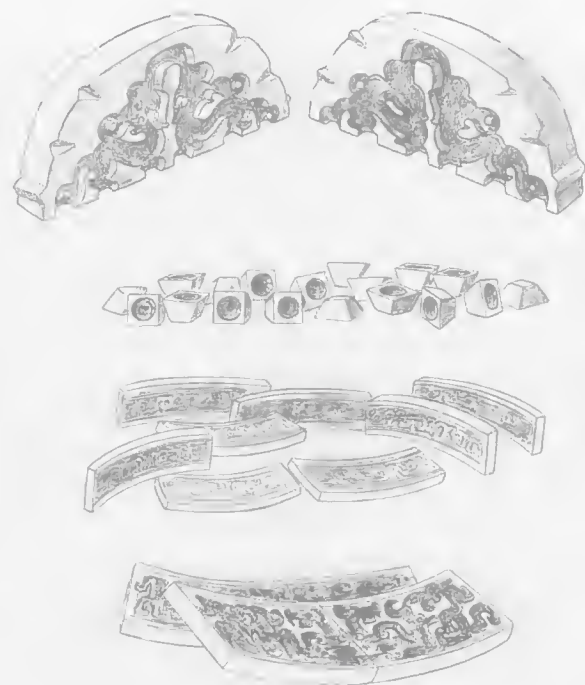
[1] 华觉明，《中国古代金属技术》，郑州：大象出版社，1999年，第225-228页



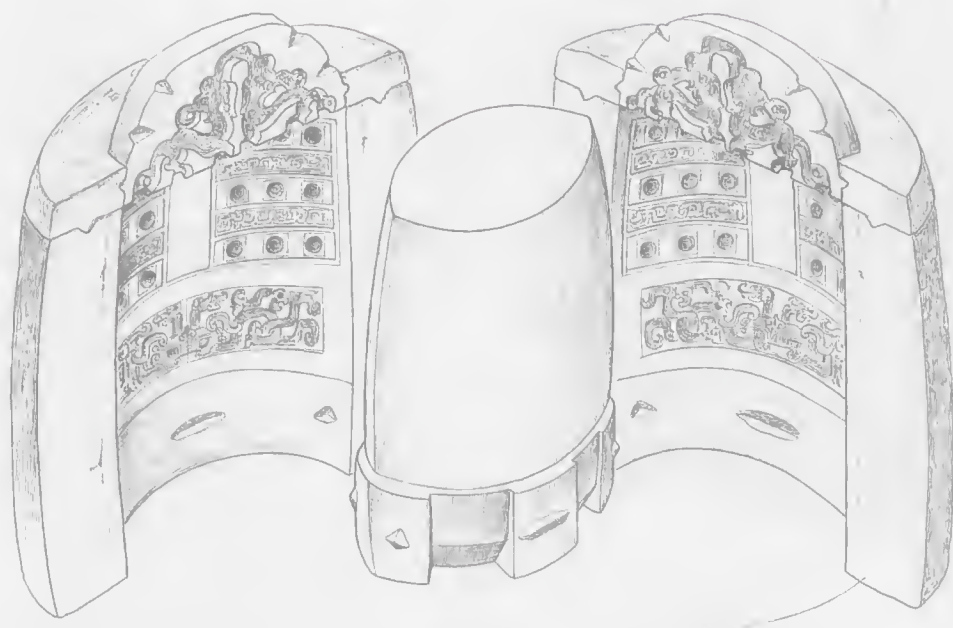
第一步：制作样模



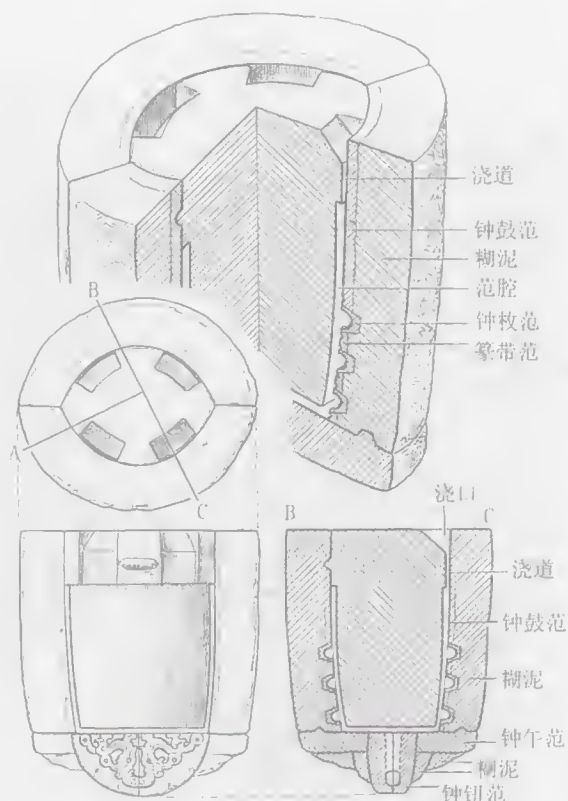
第二步：依据样模刻制各部块模



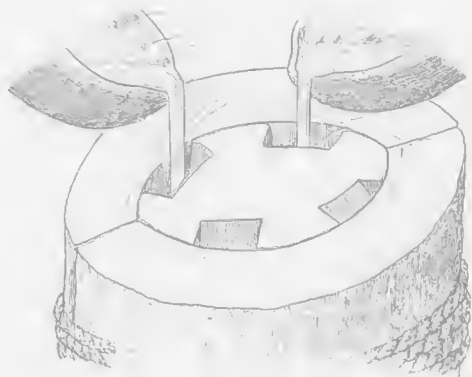
第三步：从块模上翻制出所需块范



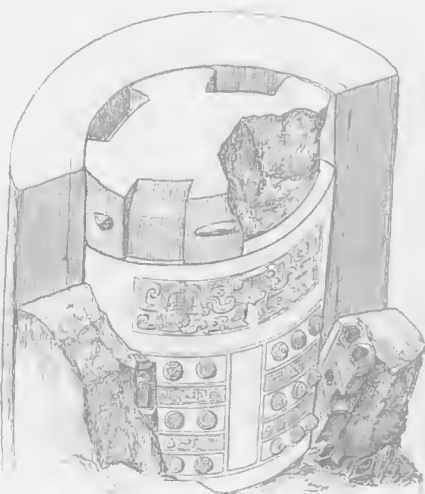
第四步：将块范拼合成整钟外范，并配制内范



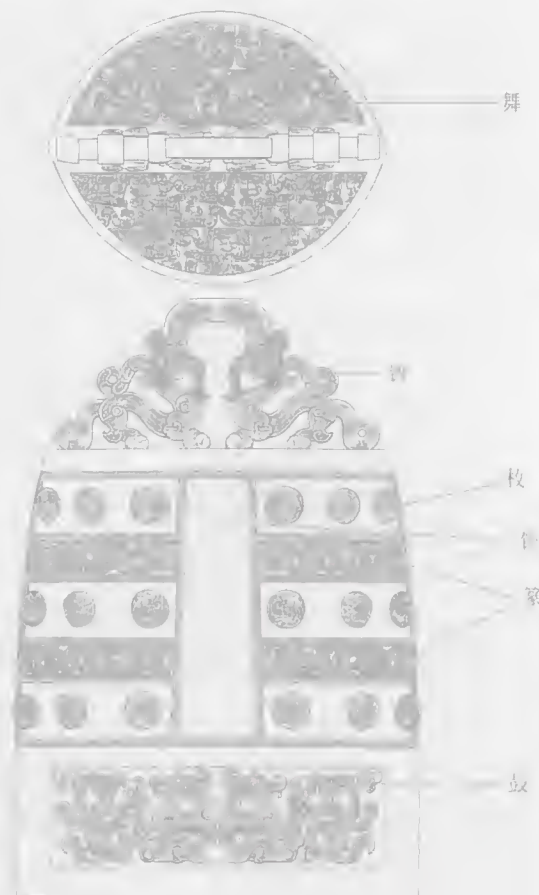
第五步：合范待铸



第六步：注入铜液



第七步：打碎陶范，取出铸件



铸成品

图 11-52 铸钟铸造示意图

第四章 铸型焙烧、熔铸、清整和热处理

第一节 铸型焙烧和熔化浇注

一、铸型焙烧

由商周青铜器复原铸造实验得知，铸型须在预装配即合拢状态下阴干，再经晾晒后入窑焙烧。入窑之初用低温烘烤，逐步升温，到达顶温（约900℃~950℃）后保温一段时间，再密封停火，使自然降温后出窑。^[1]图11-53为山西侯马铸铜遗址所出烘范窑的平面和剖面图，可供参照。

经高温焙烧定型的范、芯须经修整后再正式装配。侯马 II 号铸铜遗址出有一些装配好的铸型，其外用草拌泥包覆；另有若干浇注过的陶范，背面也残留有草泥^[2]。采取这样的措施，一是为防止金属液从范缝溢出（跑火），更重要的是固定铸型使成一体，也便于预热、浇注等工序的操作。河南温县东汉烘范窑所出大量叠铸范以及传统冶铸业都是这样的做法。

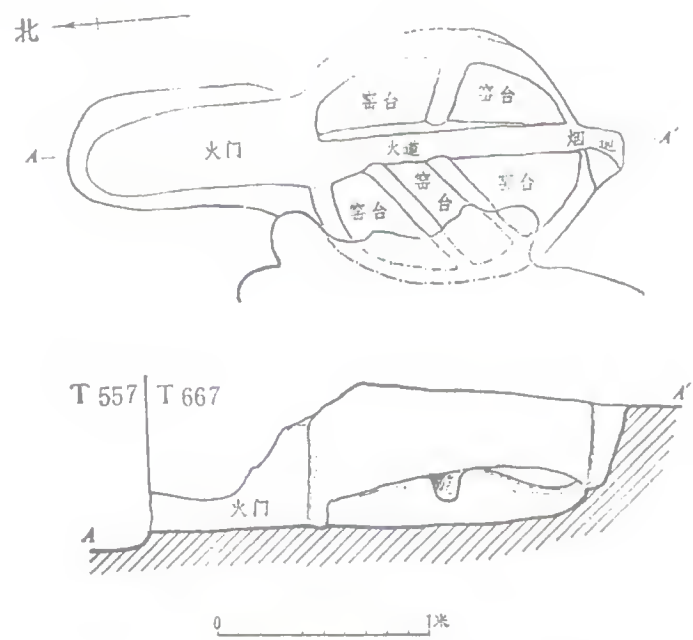


图 11-53 山西侯马铸铜遗址所出烘范窑的平面和剖面图

装配好的铸型须再次入窑，经预热后交付浇注；也有可能（特别是对大件来说）是先置入浇注坑中，在坑内加热后浇注。

[1] 参见冯富根、白荣金、华觉明，等：《殷墟出土商代青铜觚铸造工艺的复原研究》，《考古》，1982年第4期。

[2] 山西省考古研究所：《侯马铸铜遗址》，北京：文物出版社，1993年，第308页。

二、熔化浇注

先前的学者如刘屿霞在《殷代冶铜术之研究》一文中，曾提出殷代用“将军盔”作为“炼锅”。其实，殷墟是否曾有炼铜设施还是个悬案，内部受热较外部为甚的“将军盔”，更可能是用于盛放铜水或融铜的。1959年—1961年间，小屯苗圃北地铸铜遗址曾出土由泥条盘筑的熔炉残壁多件，内表面的烧流层残留有铜、锡、铅，确属熔铜遗迹。炉壁上部应接有炉圈，炉的内径约为60厘米~70厘米。有3到4座这样的熔炉，所熔铜水就是敷后母辛方鼎这类大件浇注之用。

侯马铸铜遗址所出熔炉部件更为齐全。这种内加热式的两节炉或三节炉，由炉盆和炉圈组成。它们均为草泥质。小型炉盆直径约25厘米，高15厘米。有的炉盆口沿有流口，可作抬包使用（见图11-54）。有的炉盆表层曾经整修，表明可重复使用。大型炉盆直径达40厘米，但较少见（见图11-55、图11-56）。

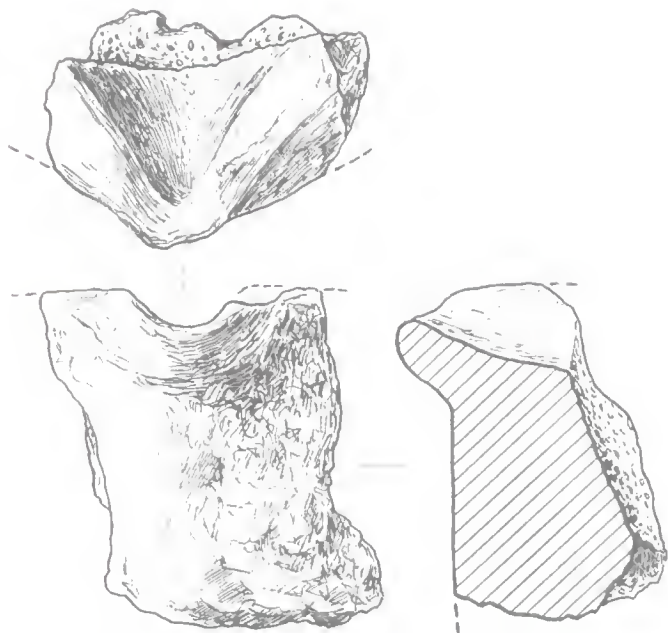


图 11-54 侯马铸铜遗址出土的炉盆与流口

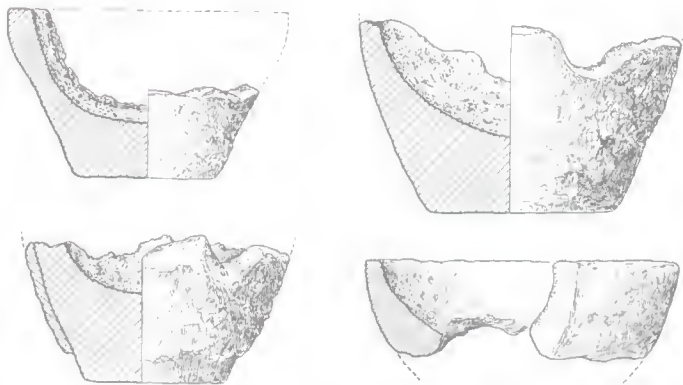


图 11-55 侯马铸铜遗址出土的炉盆

炉圈直径和炉盆相当，内层多有熔渣面，分为腹圈和口圈。腹圈处于高温带经烧熔变薄、易碎，出土量少。口圈位于上部，备有一二小孔供通气用（见图11-57、图11-58）。炉腔总高约24厘米~36厘米不等。鼓风器的材质、结构不详。风管为泥质，手制，留有制作者的指痕，经烘烤呈黄褐色，下端烧流严重（见图11-59）。侯马铸铜遗址约起自公元前6世纪中叶，延续至公元前5世纪中后叶，与曾侯乙编钟铸作的年代相近，所用熔化设施应是大体相当的。至于金属料的整备，作为国之重器，编钟的配料必定是备受重视和十分讲究的，有可能使用高纯度的铜、铅、锡锭块来配制合金。侯马铸铜遗址出有110块长圆形铅锭，单件重约2.4~4千克不等，总重量达190千克；经首都钢铁公司钢铁研究所中心实验室测定，含铅量高达97.94%，有的铅锭上有砍痕，当是配料时留下的遗迹。^[1]有些钟铸在熔铸时加入回收的旧铜料也是可能的，这可能是编钟化学成分存在波动的一个缘由。

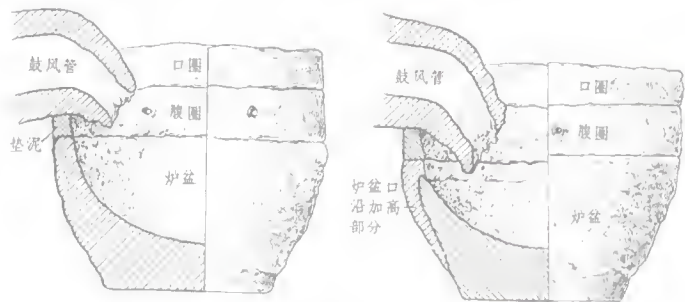


图 11-56 炉盆构造示意图

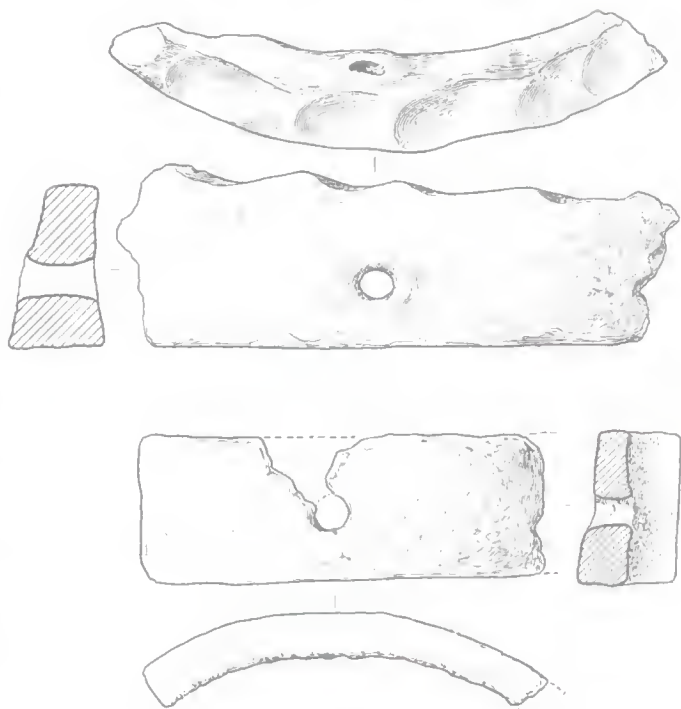


图 11-57 侯马铸铜遗址出土的炉盆口圈

[1] 山西省考古研究所：《侯马铸铜遗址》，北京：文物出版社，1993年，第412页

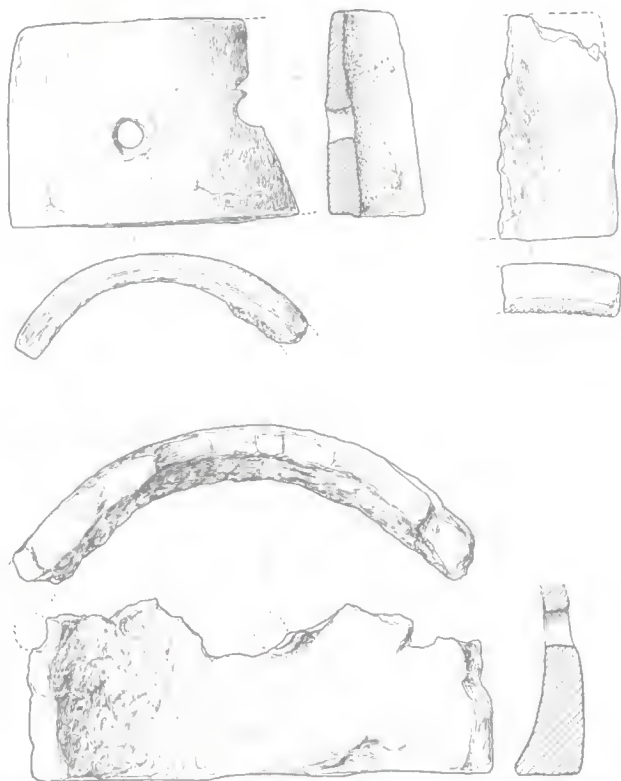


图 11-58 侯马铸铜遗址出土的炉盆腹圈

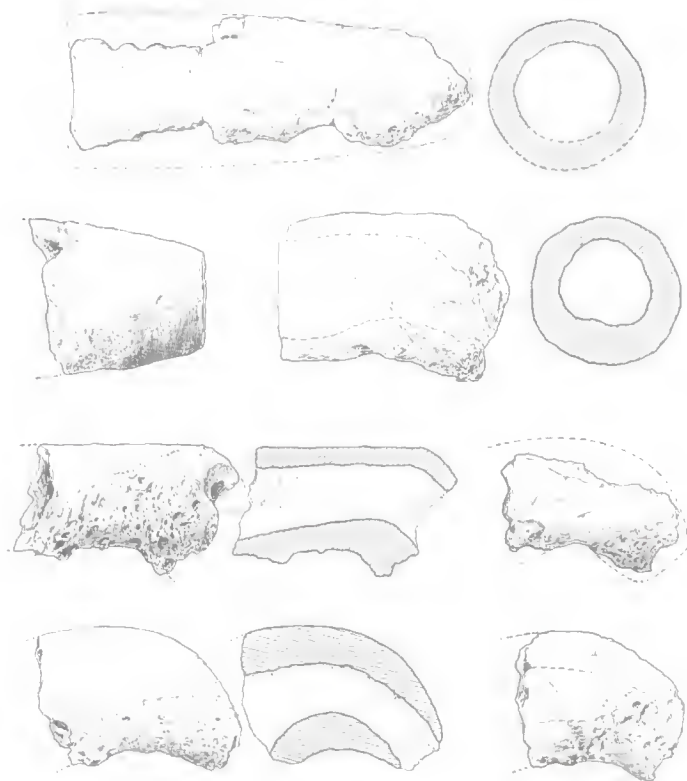


图 11-59 侯马铸铜遗址出土的鼓风管

熔炉以木炭为燃料，鼓风点燃后，依次加入铜料（以及回收铜料）、铅料、锡料，待熔融后即可供浇注。这一时期是否曾用内热式坩埚熔铜，尚待研究证实。铜料熔化后，中小型编钟可拆除炉圈、扒掉炉料和熔渣，撒上草木灰以保温和防止铜液氧化。然后，即以炉盆为抬包，由一个或多个抬包相继浇注。大型编钟可由多座熔炉同时出铜，经槽道灌注。为防止铜液降

温，槽道两侧须燃炭保温。这两种浇注方法均见于《天工开物·冶铸第九》（见图 11-60、图 11-61）。宋濂《大钟颂》记明代铸钟，铜水“循窠而入，肃肃有声”，“流亟而赧，入窠有声”，翟楚贤《观铸钟赋》说“开窠泉注，归模电射”^[1]，可供参照。欧洲古代铸造大钟也使用槽注法。

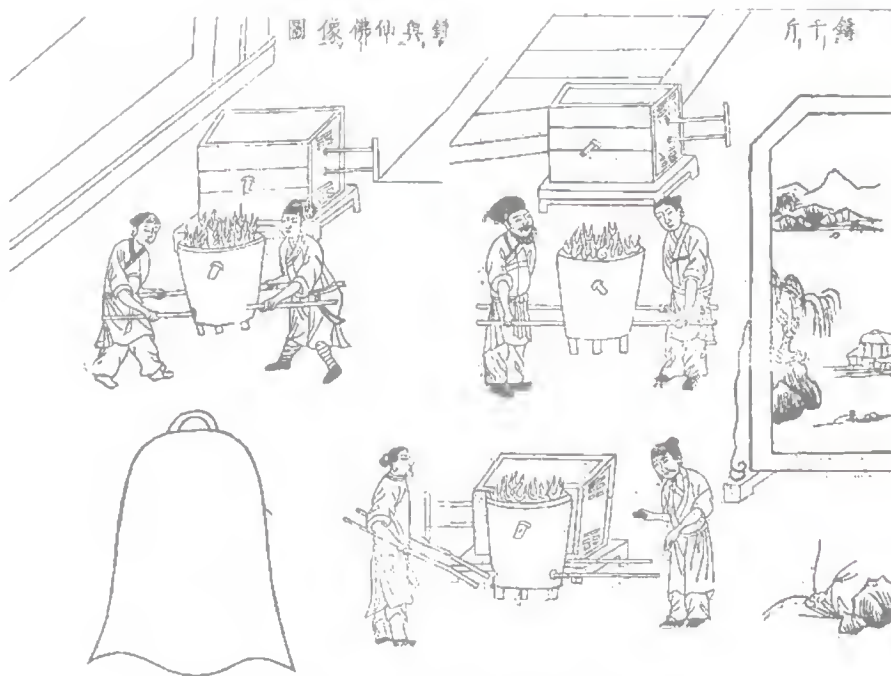


图 11-60 《天工开物·冶铸第九》铸千斤钟与仙佛像图



图 11-61 《天工开物·冶铸第九》铸鼎图

[1] 翟楚贤：《观铸钟赋》，《古今图书集成》卷七三八。

第二节 铸后清整和热处理

钟铸得后，须随型自然冷却，以避免陡然降温而导致变形甚至开裂。同时，这也可以视作一种时效处理，即延时脱范、缓慢冷却，利用铸型余热和金属液自身的热量进行均匀化退火，可使钟铸的金属组织较为均匀和减少残余应力。

脱范和清除泥芯都是很繁重而且细致的工作。范料经焙烧近似陶质，尤其表层被高温金属液灼烧，质地更为坚硬甚至粘结在铸件表面，用锬、凿等工具剔除时须注意不损及钟铸。芯料掺有多量瘠性材料，较为疏松。但钟铸的内腔较深，芯面虽和范面一样刷有涂料，局部仍会有烧结现象，清整工作甚为费时费工。正因如此，出土钟铸于内腔深处诸如钟体与舞部的结合部以及钮部槽孔等，有时仍残留有芯料未去除。

相比范芯的脱除，浇冒口的切割和铸缝、多肉等瑕疵的清整要艰苦得多，工作量也大得多。这是因为在钢铁工具尚付阙如或尚未普遍使用的情况下，浇冒口的切割固可使用青铜工具（锯、凿等），但切割后的残茬以及数量众多的铸缝、多肉等瑕疵，都只能用砺石磨去。这是一桩非常艰难繁重、需要极大耐心的工作。侯马铸铜遗址出有近千块粗细砺石，均由砂岩制成，呈红褐色或青灰色，形状为扁长方形或条形，可手持进行磨削操作。其中，应有相当数量是用于铸后清整的。工艺观察表明，全套曾侯乙编钟除上一1号钮钟的内腔和各钟腔顶（即舞内）外，钟的表面和

内腔在铸成后都经过磨削加工。（见图 11-62）例如，钟体表面各部位的铸缝和凸缝经磨砺成为光滑平整的棱角和素带，鼓部无纹饰处有极细的横向擦痕（见图 11-63），钮钟舞部和钮与舞面相接处也可见磨痕（见图 11-64），等等。^[1] 据此可知，铸后清整特别是钟铸表面和内腔的磨砺，工作量很大，耗时很长，它在钟铸作过程中的重要地位是不容忽视的。

关于编钟的热处理，《孟子·梁惠王》提到以血衅钟，有些学者曾猜测是否与铸后热处理有关。但是，赵岐注谓：“新铸钟，杀牲以血涂其衅郤，因以之曰衅。”《左传·昭公四年》称：“叔孙为孟钟，享大夫以落之。”杜预注：“以乳猪血衅钟曰落。”又，宋濂记明代铸钟“取牲血涂其衅隙以厌除不祥”。^[2] 看来，“衅”起源于对钟体铸造缺陷的表面修饰，又常有祛凶求吉的意蕴而与热处理无关。上文提及有的编钟金相组织有等轴晶，可能是由延时脱范的均匀化退火形成的。传统冶铸业在钟铸得后有经淬火处理的工序，但在经科学检测的先秦钟铸中尚未得到印证。在曾侯乙编钟复制研究时，曾试用加热到约 700℃，保持 3 小时，随炉冷却的退火工艺，但退火前后的频率变化很小。据此推想在曾侯乙时期，除均匀化退火外，并未采取其他的热处理工艺；而为了使钟铸消除铸造应力、金属组织和音频趋于稳定，常温下时效处理是必要和有效的。



图 11-62 曾侯乙中一 2 号钟体内腔的磨砺痕迹



图 11-63 曾侯乙下二 10 号钟体表面的磨砺痕迹



图 11-64 曾侯乙上一 6 号钟钮部与舞面相接处的磨砺痕迹

[1] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》上册，北京：文物出版社，1989 年，第 99 页、第 107 页。

[2] 《宋学士文集·芝园前集》卷四《凤阳府新铸大钟颂》

第三节 错金

错金是中国传统的金属表面装饰方法，又称金错。镶嵌银或铜，则为错银、错铜。

错金工艺的原理是把黄金锤锻成金丝、金片，镶嵌在金属器物表面，构成各种花纹、图像、文字。错金银工艺多施用于青铜器表面装饰，也有用于铁器装饰的，如江陵望山1号楚墓出土的错金银铁带钩，但比较少见。

错金工艺的基本流程为：

第一步：制槽。在青铜器表面按花纹、图像、文字铸成或刻出“△”形槽，在槽的底面刻凿出麻点，以使嵌入的金属能牢固地附着。

第二步：镶嵌。将金丝、金片凿截成所需要的大小、形状，嵌入槽内，捶打压实。

第三步：磨错。用砺石（即磨石）将嵌入金属磨平，再用皮革、绒布蘸清水反复磨压，使表面光滑明亮、花纹（或铭文）清晰。

从目前出土的考古资料看，错金工艺兴起于春秋时期。春秋时期，周王室衰落，列国普遍开始铸造青铜器。该时期，铜器上有铭文的较少，无铭文的很多，铭文一般都很简短。春秋初期的金文与西周晚期金文很相近，从书法风格上有时难以判断，列国间的金文也都相差不远。至春秋末和战国时期，齐、晋、秦、楚等国的金文最有特色，并带有地域的色彩。晋国出现了尖头肥腹的笔形，如智君子鉴，很像后世所说的蝌蚪文。南方江淮一带吴、越、蔡、楚等国的文字，笔画多加曲折，或以鸟形和点笔作为附加装饰，这种近于图案的文字，多见于兵器上，应是所谓的鸟书。

郭沫若认为：有意识地把文字作为艺术品，或者使文字本身艺术化或装饰化，是春秋时代末期开始的，这是文字向书法的发展，达到了有意识的阶段。^[1]

在这种历史背景和发展潮流之下，春秋中晚期出现了错金工艺，并大部分用于错嵌铭文，传世的栾书缶是目前见到的最早的错金铭文器物。在山西浑源还出土有春秋时期的红铜镶嵌狩猎纹豆。战国时期，错金工艺进一步发展，因此工艺水平进一步提高。曾侯乙墓编钟和一些兵器上，都有错金铭文，这些铭文圆润秀劲、端严华丽，在金文中别具一格。至战国中晚期，器物崇尚素面，装饰内容大为减少，错金铭文都铸刻在器物的明显位置，与商、西周铭文铸在器物腹内的风格迥然不同。

曾侯乙编钟所有钟体均有铭文，少者3字，多者90字，共计2828字。编钟的铭文绝大部分字体纤秀，运笔细匀流畅，比较规整，字迹清晰，显示出高水平的错金工艺。对没有错金的几件钟进行观察，可知曾侯乙编钟铭文为铸铭。（见图11-65～图11-70）

在曾侯乙墓中，出土了一些金丝，它们应该是错金工艺的原料，金丝中金的含量是80%左右，错金的含量是多少，尚不得而知。不过，如果用无损检测应该相去不远。

曾侯乙编钟错金铭文内容可分铭记、标音、乐律关系三部分。从表层意义上看，它们装饰、美化了曾侯乙编钟，使之在雄浑大气之余仍不失精巧灵秀。从深层意义上看，这些错金铭文是先秦乐律的重要资料，被专家学者称之为“一部珍贵的音乐理论论著”，“一部不朽的古代乐律学典籍”，具有无可替代的历史文化价值。

[1] 郭沫若：《古代文字之辩证的发展》，《考古学报》，1972年第1期。



图 11-65 曾侯乙上一 5 号钮钟未错金铭文



图 11-66 曾侯乙上一 5 号钮钟未错金铭文



图 11-67 曾侯乙上三 3 号钮钟错金铭文



图 11-68 曾侯乙上三 4 号钮钟错金铭文



图 11-69 曾侯乙上二 1 号钮钟错金铭文



图 11-70 曾侯乙上二 1 号钮钟错金铭文

第五章 调音

第一节 编钟的调音方法

编钟的模制本来就是经验的，在铸型制备和合金配制、熔化、凝固过程中，又必然要产生误差。因此，铸得的钟坯必须经过细致的调音，才能达到预期的音高，成为成品。

长期以来，曾有一种误解，认为钮钟舞部和钲部常见的透空或不透空的槽孔，是为调整音高特意在钟体凿出的，并称之为“调音孔”或“音槽”。首创此说的是清代的冯水^[1]，后人沿用冯氏的说法，辗转征引，几乎成了一种定论^[2]。

但是，在钢制工具尚未出现时，怎么可能在硬度达HB150的青铜乐钟内腔凿出形状规整的槽孔来呢？再说，在原始的技术条件下，依靠手工操作，又如何能从钟的下口对钟体上部槽孔所在处进行高难度、高准确度的切削加工呢？曾侯乙墓所出3组19件钮钟，均未发现钟体槽孔有任何铸后加工的痕迹。相反，它们全保留原有的铸态，有的还粘附着未全去除的红色的芯上，足证槽孔确是铸造而非鑿凿形成的。（见图11-71）其实，这些穿或不穿的槽孔，即是上文所说钮钟泥芯自带定位芯撑的遗迹，和编钟调音毫无关系。信阳长台关楚墓所出甬钟编钟槽孔或穿透或未穿透的现象，是范与芯装配时有偏差而造成的。有的芯撑未与范面相接，铸后自然就不透空（第1、3、8、9、10、12钟）。



图 11-71 曾侯乙上三 2 号钟芯撑孔

对大量古编钟的考察表明，调音的方法绝不是在钟体凿孔，而是用粗细砺石逐次磨错钟腔的特定部位以改变其音律（见图11-72～图11-73）。《考工记》明确记载：“磬人为磬……已上则磨其旁，已下则磨其端。”磬壁磨薄则频率降低，磬体磨短则频率升高，钟音的调整是基于同样的道理。《新编古文事文类聚》引《乐纂》说：“昔晋人有铜藻盘，无故鸣，问之于张茂先。茂先扣之，谓人曰：‘此器与洛阳宫钟声相谐，宫中撞钟，故鸣也。若以错之音殊，其鸣可止。’后果如其言。”历代钟磬的调音，都是用的这个方法。

[1] 冯水（？—1942后），号公庵、冰庵，浙江桐乡人。名医、琴学家。精通古琴乐谱，著有《琴均调弦》1卷，《钟磬钟磬考》《广陵散辨误》1卷，《变徵定位考》2卷，通称《冯氏乐书》4种。

[2] 中央音乐学院民族音乐研究所调查组：《信阳战国楚墓出土乐器初步调查记》，《文物参考资料》，1958年第1期。



图 11-72 曾侯乙上一 1 号钮钟未经磨错钟腔



图 11-73 曾侯乙上一 2 号钮钟稍经磨错钟腔



图 11-74 曾侯乙下二 3 号甬钟内腔的调音痕迹



图 11-75 曾侯乙下二 7 号甬钟内腔正鼓部的调音痕迹



图 11-76 曾侯乙下二 10 号甬钟钝角的调音痕迹



图 11-77 曾侯乙下二 7 号甬钟内腔侧鼓的调音痕迹



图 11-78 曾侯乙中一 9 号甬钟内腔的调音痕迹



图 11-79 曾侯乙上二 3 号甬钟内腔的调音痕迹

第二节 编钟调音的理论依据及其实践

有些研究者曾认为编钟属于板式或悬臂梁式的振动，这种看法过于简略。编钟应是复杂几何体的弹性振动，或者近似地看做是筒式截扁圆锥体的振动。当减少钟的壁厚亦即减弱钟体的刚度，可使它的音频降低；在较小范围内，通过错磨钟的底缘使钟体变短亦即增加其刚度，可使它的音频有所升高，但由于减少了钟的质量，音频所能升高的幅度是很有限的。

编钟调音的方法不是很复杂，但实施起来却很不容易。陕西扶风齐家村西周柞钟，于钟腔周遭有调音形成的沟槽8处，中义钟有沟槽6处^[1]，甬钟编钟内腔有磨痕的为4处，曾侯乙编钟除钮钟（上—1）的钟腔未经磨错外，其余各种都在钟腔的正鼓和侧鼓部位经细致的错磨（见图11-74～图11-79），说明调音规律的掌握有个过程，磨错部位的选择愈来愈有针对性和精确性。《国语·周语下》称：“古之神瞽，考中声而量之以制，度律均钟。”韦昭注谓：“神瞽，古乐正知天道者也，死而为乐祖，祭于瞽宗。”古代没有测音仪器，全凭人耳测试（现代乐器调音时除用仪器测定外，仍常须由人鉴别、定音），经常是利用瞽者敏锐的听觉来辨别和调和音律，术精者称作“神瞽”，死后被尊为“乐祖”，在名为“瞽宗”的乐人宗庙与学堂中受祭。《左传·襄公十二年》记“郑人赂晋侯，以师悝、师触、师黶……歌钟二肆及其铸、磬，女乐二八。”师悝、师触、师黶都应是乐师，懂乐律，有高超的辨音能力。《吕氏春秋》记载师旷知音，并敢于在晋国国君面前争辩，以钟律之不调和为耻，足证著名的乐师对钟律的调谐起着重要作用，他们有很高的地位，是备受尊崇的。

为探索编钟的调音规律，在1979年到1980年间，研究者用复制的钮钟（上三1）做了编钟调音的模拟实验。

实验表明，音频的变化与调音部位及磨错量有关，均匀地减少钟的质量，将使正鼓音和侧鼓音大体等量下降，而同样的磨错量如施于钟腔的特定部位例如正鼓部和侧鼓部亦即节线所在处，则正侧鼓音的下降幅度有明显差别。磨错的方式对音频和音色是有影响的，如磨错量过于集中在某一局部（线或点），音频下降幅度将急剧增大，音质变劣。当选择音脊或铣棱为错磨部位时，正、侧鼓音的降低同样有一定的规律性。这就是说，存在着某些敏感区以至敏感点，其调音效果与一般部位迥然有别。因此，只要正确选择调音部位和磨错方式（面—线—点），复制钟的音频将能调整到和原钟相差 $\pm 3 \sim 7$ 音分（中、小型钟）及 $\pm 7 \sim 20$ 音分之内，甚至与原钟音频完全一致而音质依然谐好。

在调音过程中，有时会出现音频不稳定的现象，即磨错时音频突降，或者在放置一段时间后，音频有所回升。这是乐钟内部存在残余应力和组织不均匀、导致刚度发生变化所引起的。复制时采取的解决办法，是进行均匀性退火处理或自然时效（铸后放置15～20天），以消除残余应力和得到相对均匀的金属组织。

实践证明，上述调音原理和部位、磨错量的选择是正确的，全套曾侯乙复制钟的音频经过精心调试均为合格，其中多数达到优秀标准（中、小型钟为 $\leq \pm 3$ 音分，大钟为 $\leq \pm 7$ 音分）。在现代技术条件下，使用的是电动铣削和磨削工具调音。即便如此，工作仍然十分艰苦，粉尘多、噪音大。尤其在盛夏时节，铜屑污染使操作者肌肤受刺激甚至导致溃烂。在古代技术条件下，全凭人工操作又无通风、吸尘装置，调音的艰难和费工费时可想而知。

[1] 广东省博物馆：《广东清远发现周代铜器》，《考古》，1963年第2期。参见李纯一：《关于歌钟、行钟及蔡侯编钟》，《文物》，1973年第1期。

余 论

公元前5世纪的辉煌



曾侯乙编钟的研究工作随着新材料的出土正不断深入。曾侯乙编钟所涉及的多个研究领域，目前尚难以形成统一的认识和结论性意见。因此，本书以余论形式收入数篇专论，作为曾侯乙编钟研究阶段性认识的梳理。

曾侯乙编钟的历史学意义^①

一、音乐文化史：老话题，新篇章

（一）“一钟双音”的成熟之作

曾侯乙编钟每一件钟都能发出两个乐音，即“一钟双音”。中国合瓦形乐钟，肇始于商，兴盛于周，迄至春秋、战国，延绵不绝、日趋精工，可是有关“一钟双音”的记载，在现存的古籍中却仅有只言片语。学术界公认成书于战国时期的《考工记》，有“凫氏为钟”一节专讲钟的铸造，但其中却找不到任何有关“一钟双音”的信息。“一钟双音”仅在《新唐书·杨收传》中惊鸿一现：杨收见一古钟，敲之辨其音为“姑洗角”，除去锈迹污渍后，果然在钟的“两栻”（左鼓和右鼓）部发现刻有“姑洗角”的字样。这是有关古钟侧鼓音的最早记载，然当时不可能深究。“一钟双音”这一乐器史上的重要发明，在它问世的时代就没有留下文字记录；其后沧桑巨变，钟磬退出乐坛，“金石之声”成为人们对昔日礼制的追忆，“钟鸣鼎食”只不过是文人骚客对奢华生活的比喻，实物已被深埋地下，“一钟双音”在历史中悄然隐去，直到两千多年后，才再次现世。

1977年春，在著名音乐家吕骥先生的倡议下，中国文化部文学艺术研究所音乐舞蹈研究室组织了一次

先秦音乐文物的测音调查活动，历时近三个月，搜集了陕、甘、晋、豫四省考古发掘的乐钟及其他古乐器实物资料。不久，参与调查研究的黄翔鹏先生在其所撰写的《新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》一文中，披露了此次调查的收获。据黄先生介绍，他们对殷代、西周、春秋、战国的乐钟测音发现，钟的隧部和鼓部具有不同音阶的音响。“一钟双音”在湮没了两千多年之后，终于迎来了人们的关注。不过，发现之初，仍有人不相信“一钟双音”的存在，认为是“无稽之谈”；还有人怀疑“一钟双音”是有意识地设计制作而成，是偶然现象。这并不奇怪。在当时能够见到的先秦成套编钟所含单体不多，最多的一套不过十余件，而且也不是每一件都保存完好，双音无损，可供分析的资料局限性太大；其次，“一钟双音”的技术是一个逐步完善的过程，当时的测音结果表明，殷钟双音之间既有小三度，又有纯四度、大二度，西周钟则倾向于纯律的小三度，精密度不高；其次，就当时已知的“一钟双音”所形成的音阶结构，还不能肯定鼓部音如隧部音一样，在演奏中实际敲击

① 此文为舒之梅为本书撰写的专文。

发音，西周钟的鼓部音可能只是起到共鸣作用，到了春秋时期，鼓部音才可能在演奏中敲击使用，鼓部音的性能尚不十分明确。

因此，要得出确凿的“一钟双音”的结论，就必须找到一套具备以下条件的先秦编钟实物：

1. 成套编钟所含单体较多，而且件件保存完好，音响无一缺损；
2. 所有单体的双音，都有着整齐的、稳定的音阶关系；
3. 鼓部音和隧部音具有同等作用，均能在演奏中敲击发音。

如此苛刻的条件，也就难怪大多数人认为“一钟双音”根本不可能存在。怎么可能会有如此完美的编钟呢？

当时谁也想不到，仅距音乐文物调查结束一年多，1978年夏，在古代中原文化和南方文化交流的重要通道——随枣走廊的随州，就出土了完全符合上述条件的曾侯乙编钟！

当曾侯乙墓的檸盖板被揭开，曾侯乙编钟渐次露出全貌，其他乐器相继显现的时候，发掘主持人谭维四先生便颇具前瞻性地请示领导，以湖北省博物馆的名义邀请北京有关方面派音乐专家到现场指导，一年前参加了音乐文物调查的黄翔鹏先生和王湘先生应邀前往，他们吃住都在发掘工地，日以继夜地与考古人员一道进行清理和研究。同时，因曾侯乙墓出土了大批竹简，编钟上更有前所未见的大段乐律铭文，古文字专家裘锡圭先生、李家浩先生也先后来到现场开展研究。田野考古人员、音乐文物学者、古文字专家携手在现场联合攻关，才使得曾侯乙编钟这一无与伦比的古代音乐瑰宝向世人展现了真容：

65件钟分三层悬挂于曲尺形钟架上，数量之多，前所未见；每一件钟都完好无损，双音清晰可辨，此前出土的编钟不可比拟；双音的名称分别镌刻在隧部和左右鼓（大多数在右鼓），此前“一钟双音”是由测音得出的结论，而现在则铭于器身，成为“一钟双音”存在的铁证；标音和测音结果相符，两音之间成小三度或大三度关系，精密度和规律性大有提高；实际演奏中，隧部音和鼓部音各显所能，效果甚佳，此更为前所未闻。曾侯乙编钟这一铸钟史上的巅峰之作，不仅确凿地证明了“一钟双音”的存在，而且也说明这一技术在当时已是十分成熟和完善的了。

（二）传统乐律学的极大丰富

在遥远的古代，我国先民就发明了乐器。据古籍记载，传说中的五帝时期，就有了以金石丝竹为材料制作的各类乐器。据考古发现，距今约七千年的浙江余姚河姆渡遗址出土了陶埙和骨哨，距今约四千年的属夏文化范畴的山西夏县东下冯遗址出土了石磬，到了商代就出现了青铜编钟，如著名的殷墟妇好墓出土的五件一套的铜铙。乐器由简到繁，其表现力逐渐由单音的激发变为旋律的演奏，于是先民展开了对音高、音阶、音域等的探求，乐律学乃应运而生。我国先秦古籍如《国语》《管子》《吕氏春秋》等均有篇章讲到乐律问题，但都过于简略。《庄子·天运》载，孔子“治诗、书、礼、乐、易、春秋六经”，这六经中，《诗》《书》《礼》《易》《春秋》均流传于世，独《乐》失传。先秦乐律学文献的失传，给后世研究中国传统乐律带来的限制和困难是可想而知的。曾侯乙编钟的出土，令音乐史家们惊喜万分，那两千八百多字的铭文，就是一部尘封了两千四百多年的先秦乐律学专著，它提供了许多前所未有的材料，极大地丰富了中国传统乐律学的内容。

曾侯乙编钟乐律铭文分为两类，一是标音，即镌刻于钟体正面或背面的正鼓、右鼓或左鼓（大多数在右鼓）的阶名和变化音名。此类铭文以前在别的钟体上只是偶有发现，远不及曾侯乙编钟丰富；二是乐律关系，铭文论及三个范围：

1. 某律在不同的诸侯国和地区的不同称谓，即律名对应关系；
2. 某音在不同均中的称谓，即阶名对应关系；
3. 某音在高低八度组的称谓，即八度音表示法。

这三方面的内容，是迄今所见传世文献和出土文献都不曾记载过的，无疑给文化史家和音乐史家提出了需要深入研究的课题。

中国音乐文化源远流长，但由于文献的缺失，学者们在寻根溯源的道路上经常遭遇浓雾障眼，以致有人误认为某些音乐文化现象来自国外。曾侯乙编钟丰富的乐律学内容给了国人寻根溯源有力的论据支撑，流传多时的种种谬误方得匡正。

首先说绝对音高概念。绝对音高是指乐音的音高标准，没有它，无论由何种振动产生的声音必定是没有规则，杂乱无章，无旋律可言，不能称其为音乐，

遑论乐律学！因此，绝对音高出现的早晚是衡量一个国家或地区音乐发展水平的指示器。

中国何时出现绝对音高？有学者认为它出现很晚，甚至说是在战国晚期受了古希腊人毕达哥拉斯的影响才有相对音高的概念。实际上，通过对夏文化遗址中出土石磬的测音，就发现当时已经有了绝对音高概念。因资料局限性过大，这一结论并不能令所有人都信服，而曾侯乙编钟上两千多字的乐律铭文和之后得出的一百多个测音数据，则足以令所有存疑者哑口无言。研究发现，曾侯乙编钟中层二组七号钟正鼓音作为姑洗宫的音高标准，是全部乐律铭文中据以比较各诸侯国流行的十七个律高（二十八名称）的标准，通过对曾侯乙编钟全部乐律铭文的验证，证明其精确程度相当可靠。曾侯乙编钟铸造于战国早期，绝对音高有文可识、有耳可辨，中国在战国晚期受毕氏影响才有相对音高的说法不攻自破！

再说七声音阶。音阶是按音名的次序而排列的一列音，即以某音为基音，一音高于一音，依次排列到高八度，如同阶梯一样，故称音阶。七声音阶就是由七个音名由低到高排列而成的音阶，它是国际上通用的一种音阶形式。

中国何时出现七声音阶？国内外有些学者认为我国在战国时期尚无七声音阶，原因是中国传统乐律学中，七声音阶中的“变宫”“变徵”两个阶名不见于先秦古籍，而曾侯乙编钟乐律铭文中恰好出现了“变宫”“变徵”这两个阶名，弥补了史料之不足。值得注意的是，曾侯乙编钟乐律铭文在应用阶名时几乎不用“变宫”“变徵”，逢“变宫”之位必采用“徵角”或“徵颀”二辞，逢“变徵”之位则必采用“商角”一辞。这说明我国先秦时期不仅有七声音阶，而且表述方法不止一种。既然如此，难道先秦文献对七声音阶毫无记载影吗？事实并非如此。在《左传·昭公二十五年》和《国语·周语下》中分别出现了“七音”和“七律”，两者都是七声音阶，遗憾的是古籍中没有记载这种音阶结构及其完整的各级阶名。幸好曾侯乙编钟古有铭文，今有测音数据，资料齐备，先秦时期有无七声音阶的悬案得以终了。

有关我国传统乐律学中十二律始于何时的争论，也有类似情况。有人认为它是在战国末年由希腊传入而稍稍汉化了了的学理。因为记载十二律名的典籍的成书年代没有早于战国末年的，如《吕氏春秋》毫无疑

问是战国晚期之作；《国语》和《周礼》二书，有学者认为成书于西汉。曾侯乙编钟发现之前，没有有力证据可以辩驳这两种观点，而它的出现，则一举推翻了这两种假设。曾侯乙编钟乐律铭文所载十二律名情况不会晚于战国初年，其中有八个律名为传统律名所有，如果再说中国的十二律源自希腊、产生于战国末年，就是罔顾客观事实了。

曾侯乙编钟出土后，学者们惊呼“中国古代音乐史将为之改写”！此言并非夸张，仅以生律法证之。

提起中国传统乐律学中的生律法，鲜有不知三分损益法者。三分损益法在中国乐律史上究竟占有怎样的地位呢？有人把中国音乐的一部律学史仅仅看做三分损益法的发展史。通过对曾侯乙编钟的研究，可以证明这种理解是片面的。

曾侯乙编钟用的钟律不是二分损益法，它在十二律的调法中，以五音作骨干音，其他的音是“颀”“曾”关系，而不是三分损益的关系。何谓“颀”“曾”关系？在曾侯乙编钟乐律铭文中，“颀”和“曾”是两个重要的概念，“颀”表示某音上方的纯律大三度，“曾”表示某音下方的纯律大三度。因此，曾侯乙编钟的十二律是按五度相生和三度相生两种生律法产生的，这就是：四基（四个基本音）——宫、徵、商、羽，五度相生；四颀——宫颀、徵颀、商颀、羽颀，向上方的纯律大三度相生；四曾——宫曾、徵曾、商曾、羽曾，向下方的纯律大三度相生。由此构成钟律十二律位。这是一种不见于古籍的复合律制。

当学者们基本弄清了曾侯乙编钟乐律的情况之后，发现了一个非常有趣的现象：秦汉以后中国传统乐律学的某些重要方面，乃至当今某些民间音乐实践活动，都可以同曾侯乙编钟乐律链接：

1. 曾侯乙编钟钟律可以与琴律链接。

中国古琴是一种古老的弹弦乐器，琴律自然也应是一种很古老的律制。但“琴律”一词却出现得很晚，始见于宋代大学者朱熹的《琴律说》。琴律产生于何时，是如何产生的，研究者们一直无法得出定论。曾侯乙编钟钟律为“复合律制”的新论一出，琴律之迷顿时解开：原来钟律就是琴律！古琴演奏中存在的三度生律现象，与曾侯乙编钟的“颀”“曾”关系何其相似！由琴五弦散音与各徽按音产生的各律，正好包括曾侯乙编钟基本的十二律律高，即前述“四基”“四颀”“四曾”。显然，钟律和琴律是先秦乐师所创的同一种律制，分别应用

于钟、琴。钟律在秦汉以后虽已失传，但却在琴乐艺术中保存了下来。

2. 曾侯乙编钟钟律可以与工尺谱链接。

工尺谱是中国民间传统的记谱方法，因用工、尺等字记写唱名而得名。它广泛用于民间歌曲、器乐曲、曲艺、戏曲等乐种。其萌发时间，据文献上溯至唐代。曾侯乙编钟钟律被揭示出来后，音乐家们发现其记音方式与钟律一脉相承：上、合、尺、四相当于钟律的“四基”——宫、徵、商、羽；工、一、凡、勾相当于钟律的“四鬲”——宫鬲、徵鬲、商鬲、羽鬲；下四、下工、下一、下凡相当于钟律的“四曾”——宫曾、徵曾、商曾、羽曾。

3. 曾侯乙编钟钟律可以与四川扬琴律制链接。

研究表明，民间艺人在四川扬琴上是以纯五度和纯律大三度的关系调出全部音高的。调音所用的四个基本音高及其上下方向的纯律大三度，与曾侯乙编钟钟律的调律逻辑完全一致。

4. 曾侯乙编钟钟律能与湖北民歌链接。

湖北江汉平原一带的民歌，优美动听，以之为基础创作的一曲《洪湖水浪打浪》感人肺腑，久唱不衰。而湖北民歌中大三度重叠的特殊音调，其纯律音程思维与曾侯乙编钟乐律的基础是共通的。曾侯乙编钟虽久久转入地下，然而它的乐律依然在荆楚大地回荡。

曾侯乙编钟乐律内容至深至广，此处仅略举数端目前研究所得成果，借以管窥其在中国传统乐律学上的重要价值。

二、地域文化史：融南北，显个性

（一）曾侯乙编钟律名的文化流传

中国地域辽阔，民族众多，各地文化面貌千姿百态，自有特色。

早在1922年9月，梁启超在武汉大学作的《湖北在中国文化史上之地位及将来之责任》的演说中，就指出“中国文化的发展，不是一元的，是二元的，一黄河，二长江。”现今研究中国文化史的人，除仍继续阐发二流域说外，更有细分者，如谓河洛文化、齐鲁文化、荆楚文化、吴越文化等等。至于按考古学标准来划分和命名的文化则不胜枚举。但，各地文化又不是孤立的，彼此有交流、有吸收、有融合。曾侯乙编钟的律名就是一个例证。

曾侯乙编钟铭文记载的十二律及其异名共有二十八个。律分十二，律名也是十二，这是《吕氏春秋》和《周礼》等古籍有明确记载的。曾侯乙编钟铭文中为什么会出现二十八个律名呢？公元前11世纪，西周王朝建立，最高统治者称为天子，地位独尊，如孔子所言：“礼乐征伐自天子出”（《论语·季氏》），古籍中记载的十二律名是周律的称谓。至公元前8世纪，西周王朝由衰而亡，社会剧变，亦如孔子所言：“礼乐征伐自诸侯出”（同上），十二律之名称不再受周律的约束，各诸侯国标新立异，自命其名，因而出现了不止十二个律名的许多异名。但是，各地对周律律名仍有所沿用，在曾侯乙编钟铭文所记二十八个律名中，有

八个律名出自周律的十二个律名。这种既有传承，又有流变的特点，反映了中国文化发展的客观规律。

曾侯乙编钟二十八个律名是以曾国与其他诸侯国和地区的律名相互对应的形式，即曾国某律相当于其他诸侯国和地区的某律，见于钟铭的。其所涉及的国（地）名有楚、齐、周、晋、申。这些国家和地区当时所处地域，对照现在中国的版图，楚居今湖北、湖南、河南、安徽等南方大部分地区；齐主要居今山东地区；“周”在钟铭中当是一个地域概念，既包括原先西周直接管辖的陕西长安一带，也包括后来东周实际管辖的河南洛阳一带；晋跨今山西、河北、河南和陕西部分地区；申地处今河南南阳，很早就并入楚国，以其国名为县名。曾国的地望，从出土曾国铜器的地点来看，大抵在今湖北随州、京山、枣阳和河南新野一带，紧邻楚、申，距齐、周、晋则数百乃至上千公里。

《史记·吴太伯世家》记载，吴国派季札出使鲁国，鲁国举办音乐会款待他，他饶有兴味地欣赏了周、卫、齐、秦等国（地）的音乐，每听完一曲，必发议论，显示他对各国音乐十分了解。此事发生在公元前544年，早曾侯乙约一百年。由此可以推断，在一个世纪后的曾国乐官，演奏异邦和外地音乐绝不是什么新鲜事情。曾侯乙编钟铭文之所以讲曾国与其他诸侯国和地区的律名对应关系，就是因为曾国的君主和贵族要在自己

的乐宫里欣赏其他诸侯国和地区的音乐,由于各国(地)律名称谓不同,乐师如不明瞭它们的对应关系,就无法进行演奏。据此可知,当时各国(地)虽然山川阻隔,割据一方,而文化交流却还是相当频繁的。同时也说明,尽管各国(地)律名有异,但十二律的律名体系则是相同的;否则,律名对应就没有可能和必要了。这种有同有异、异中有同、同主异从的状况,反映了中国地域文化传流的一个重要特征。

(二) 非周非楚的特性

关于曾侯乙编钟的文化属性,学者们讨论甚多。曾国是姬姓国家,与周天子同姓,为周所封,与周的关系密切自不待言。它同时又密迹于楚,两国既有兵戎相见的记录,也有和睦修好的经历,关系难解难分。因此,学者们在讨论曾侯乙编钟的文化属性时,非常重视周文化和楚文化对它的影响。

从曾国的历史来看,与周的来往在先,与楚的接触在后。当曾国先君接受周封来到随州时,同时也将包括音乐在内的周的文化带入此地,因此曾侯乙编钟的乐律中留有周律的因子。曾侯乙编钟的最低音为羽音,最高音为宫音,这是西周以来编钟音列的传统,曾侯乙编钟保留了这个基本框架,把编钟音列发展到前所未有的完备程度。曾侯乙编钟律制以六律为主体,其六律名称源于周;以割肆均统一全局,作为全部标音体系的总纲。“割肆”即周制的“姑洗”,方言不同,书写生变,说明曾侯乙编钟继承了周文化的传统。

楚虽是西周初年所封之国,但它是异姓,被周视作另类。它处于荆蛮之地,开辟草莱,奋发图强,努力吸收先进的中原文化,不断提升本地文化,到春秋中期,形成了独具特色的楚文化,不但与中原各诸侯国在政治上平起平坐,在文化上也毫不逊色。早期全盘接受周文化的曾国,此时顺应潮流,也从欣欣向荣的楚文化中吸收养分了。楚文化中本有周文化因素,对于原属周文化的曾国来说,吸收起来就是十分容易的事了。通过对曾侯乙编钟乐律铭文的解读和测音研

究,也弄清了楚国的律制。楚国的六律六吕系统,显然从周文化吸取了乐律学的基本理论,加以创新,又以楚律来丰富和完善自己。曾侯乙编钟铭文所记律名,以曾、楚为主,特别是楚律的十二个律名最为完整。在全部曾侯乙编钟乐律铭文中,不仅以涉及楚国的居多,在记述同一律名与多国的关系时,也是先讲楚国后讲其他。又如,以“浊”字冠六吕,源自楚,曾国用于称比“割肆”低一律的律为“浊割肆”。这些都是很能说明问题的。

迄今为止,学者们关于曾侯乙编钟文化属性的讨论,明显有两种意见:一种意见认为它属于周文化范畴,一种意见认为它属于楚文化范畴。二说各有道理,从总体上讲,“楚文化范畴”说较占上风。

不论曾侯乙编钟属于何种文化范畴,其在音乐形态上的特点都是异常鲜明的,为任何一套周钟(中原文化系统的编钟)和楚钟所不具有。曾侯乙编钟铭文详述律名对应关系,就昭示了它既不属周,也不属楚,无异自报家门,能有效防止误判。从曾国和各国律名的律高与相互关系中,可以看出,曾侯乙编钟律制有机地兼容了楚律以及周律和晋、齐、申等国(地)的律学内容,经消化吸收,具有了一副与众不同的面孔。人们常以黄钟大吕指代音乐,黄钟为文献所载十二律名之首,它的音高,通过对曾侯乙编钟的测音与验算,曾与周、楚是不同的。这也说明,不能简单地把周文化或楚文化的帽子戴在曾侯乙编钟头上。目前所见有标音的成套编钟,只有曾侯乙编钟一套,它的鼓部标音,成为最终确认一钟双音的重要依据。宋代安陆出土的两件楚王钟虽有标音,但那两件钟是楚国送给曾国的,标音当是曾国按照自己的钟律测音后刻上去的,可资为证的是所标“𠄎反”“宫反”都是曾侯乙编钟高音区的阶名用语。历年来在湖北、湖南、河南、安徽出土的楚钟有十余批,仅上述两件楚王钟有标音,余均未见,因此,钟面标音应是曾国的创新。

综上所述,曾侯乙编钟无疑吸纳了周、楚文化,但它变吸纳为融合,铸就了自己独特的个性。

三、礼乐制度史：遵祖制，不因循

(一) 合于礼制的曾侯乙墓乐悬

相传西周初年,周公“制礼作乐”,订立维护贵族等级秩序的各项制度,包括衣食住行、婚嫁丧葬等

都有“礼”可循,称为“礼制”。实际上,周代礼制并非一时一人所订,它是历经夏商周三代的悠久岁月

而日臻完备的。孔子就说过：“殷因于夏礼，所损益可知也；周因于殷礼，所损益可知也”（《论语·为政》）。春秋战国之世的所谓“礼崩乐坏”，也只是随着统治阶级内部关系发生变化出现的某些僭越现象，它的整个框架，对社会尊卑等级秩序的规范作用依然存在。

曾侯乙墓是在考古中难得一见的大墓，其葬制遵从周礼，体现了曾侯乙作为诸侯国君主的身分。墓中随葬编钟、编磬等大批乐器，特别是钟磬的悬挂气势，巍峨壮观，令人叹为观止。这其实也是礼制使然。

按周代礼制，天子、诸侯和卿大夫可于宫内悬挂钟磬，士只能挂磬。曾侯乙属诸侯一级，生前宫内悬挂钟磬，死后墓中随葬钟磬，完全符合礼制。

宫内悬挂钟磬有否数量规定，史无明文。《周礼·春官·小胥》载：“凡悬钟磬，半为堵，全为肆。”东汉郑玄注释说：“二八十六枚而在一虞（钟磬架）谓之堵，钟一堵、磬一堵谓之肆。”而《左传·襄公十一年》提到郑国送给晋侯“歌钟二肆”处，西晋杜预则注释说：“肆，列也，悬钟十六为一肆，二肆三十二枚。”二人说法不同，郑玄说十六枚为一堵，二堵即三十二枚为一肆；杜预说十六枚为一肆，又只说钟而不言磬。至于天子、诸侯和卿大夫各可悬挂钟磬几堵几肆，即到底有否具体的数量规定，不仅他们二人没有说，其他古籍亦付阙如。

考古资料比文献记载丰富得多，但也不能从中得出一个确切结论。历年来发掘的两周墓葬数以万计，遍布全国，在一些大墓中多随葬钟磬，随葬多少，大抵与墓葬规格高低成正比。然而不能仅从数量上划出明确的等级界限，不像用鼎那样量化具体，等级分明。看来礼制只规定天子、诸侯和卿大夫可以享用钟磬，而对于用多用少似没严格按级界定。曾侯乙墓随葬的钟磬几达百件，规模之庞大为至今发掘的任何一座大墓所不及，这一方面反映出曾国财力的雄厚，同时也可看出曾侯乙对音乐的特别钟爱之情，充分利用礼制给予他的空间，最大限度地追求自己的生活情趣。

编钟、编磬如何悬挂，大有讲究，礼制对此有明确规定。《周礼·春官·小胥》载：“正乐悬之位：王宫悬，诸侯轩悬，卿大夫判悬，士特悬。”依汉、唐学者的解释，“乐悬”就是悬挂钟磬的方式。“王宫悬”——四面悬挂钟磬，属于王（天子）一级的悬挂方式；“诸

侯轩悬”——三面悬挂钟磬，属于诸侯君主一级的悬挂方式；“卿大夫判悬”——两面悬挂钟磬，属于卿大夫一级的悬挂方式；“士特悬”——一面悬挂，只能悬磬，属于士一级的悬挂方式。曾侯乙钟磬的悬挂方式是：编钟悬挂在曲尺形钟架上，另一面悬挂编磬，为三面悬挂，属“诸侯轩悬”，与曾侯乙身份相称，合于礼制。

（二）推陈出新的组合

单个的钟不能奏出旋律，必须有许多钟编列在一起方能演奏，编钟因而得名。

钟依外形有钮钟、甬钟和镗钟之分；视钟体表面有否枚饰又可分为有枚钟、无枚钟；视枚之长短又可分为长枚钟、短枚钟。

因钟有这么多种类，编列组合就会有多种形式。如何组合，文献没有记载。从考古资料看，一套编钟由一类、两类或三类钟组合的形式都有，有的在同类中还分为几组。规格较高的大墓，组合样式一般就多一些。

曾侯乙编钟在沿袭旧有编钟组合的基础上，其组合有所发展，呈现出如下特点：

1. 钟的种类多，有钮钟、甬钟（镗钟系外来的，不计），甬钟之中有有枚钟、无枚钟，有枚钟之中又有长枚钟、短枚钟。钮钟分为三组，长枚钟、短枚钟、无枚钟则各自成为一组。一共是八组。如此复杂，不曾见过。

2. 整套编钟不全都是用于演奏，甬钟用于演奏，钮钟是探讨乐律问题的专用设备，不用于演奏。此种情况，闻所未闻。

3. 用于演奏的甬钟，其编悬既有固定位置，又可临时调度，演奏十分方便。悬挂甬钟的木质横梁和青铜挂件（包括很小的键钉）都刻有文字，这些文字和所挂甬钟上的标音铭文一致，目的就是根据旋宫转调的需要改变悬挂位置后，还回原位时可以对号入座，不致错乱。此一构思，可谓别出心裁，至今仅见曾侯乙编钟一例。

曾侯乙编钟重视演奏实际需要的组合，体现出一种全新的思想观念，从一个小的侧面反映了当时社会的深刻变化。

四、青铜铸造史：师传统，更创新

（一）传统工艺的娴熟应用

中国的青铜铸造工艺，始于新石器时代晚期，历经夏商周，至春秋战国时期，发展至巅峰。制作青铜器的基本工艺为陶范铸造，细分之，有浑铸、分铸、铸接和分范合铸，等等。其中难度最大的是分范合铸，它是在主体泥范中嵌入“分范”，用以铸出器物的局部或附件，最后使全器浑然一体的一种工艺。这种技术最早出现于商代中期，由于它既能得到复杂器形又可保持其整体性，适合乐钟的声学性能要求，因而被用于铸钟，得到很完善的发展。

曾侯乙编钟的钮钟制作比较简单，为双面范铸；甬钟的制作则要求较高，用的就是分范合铸工艺。据铸造专家们研究，一件甬钟的铸型，须经过如下工序：按设计意图塑制钟样，用陶土依样制成半合瓦形钟模，在模上划线和刻出文字；钟体各部分的纹饰，须分别使用范盒翻制花纹分范，再组合成形，局部花纹还须用印模成形；钟部分范须单独制成后插入甬范中；钟体和甬部泥芯都用芯盒翻制，再加修削，浇口及排气孔在芯上开设。一件甬钟的铸型，以中三1号钟为例，需用范、芯共126块。如此复杂的工艺，制作时稍有误差，便会功亏一篑，体现了当时工匠们娴熟的分范合铸技术。

（二）匠心独具的声学设计

曾侯乙编钟令人啧啧赞誉的音乐性能，除了来自工匠们娴熟地应用分范合铸工艺之外，还在于铸造者匠心独具的声学设计。根据铸造专家们的研究，在吸取前人丰富的实践经验的基础上，曾侯乙编钟的声学设计巧妙地把握了以下三个环节：

1. 钟体结构与声学性质的关系。

中国乐钟与欧洲圆钟在结构上有根本区别，所以才有可能成组编列，获得良好的演奏效果。曾国工匠们对此十分了解，操作亦相当精到。

曾侯乙编钟截面呈合瓦形，使一钟双音成为可能。当敲击钟的正鼓部位，钟腔内形成的振动模式，有四条纵向节线正好位于侧鼓部位，这时听到的主要是正鼓音，侧鼓音受到了抑制；反之，节线在正鼓部位，听到的主要是侧鼓音，正鼓音受到了抑制。

曾侯乙编钟有音脊与隧，二者都位于钟腔之内，从钟口延伸至钲部下缘，呈凸起状者为音脊，呈凹陷状者为隧。这两者是编钟得以准确发出成三度音程的两个乐音的关键部位。

曾侯乙编钟部分钟有枚，它不仅起装饰作用，给人以美感，还能阻尼钟声的传递，加快钟声的衰减。

2. 钟体各部位几何尺度与声学性质的关系。

通过对曾侯乙编钟的测量和整理分析可以看出，各钟的几何尺寸均严格遵循着某种数学逻辑关系。就某一钟而言，只要确定其中一个主要尺寸（例如铣长），即可计算出其余的尺寸。特别重要的是，钟体的尺寸与编钟的声学性质密切相关，如将编钟第一基频与其铣长联系起来分析，可以看到，基频随铣长的变化，明显地分成低频、中频和高频三个区。

钟体厚度与铣长也存在内在联系。这很重要，因为钟体的厚度是决定编钟固有频率的重要保证因素，同时也是保证敲击乐器强度的不可忽视的条件。某两钟铣长相同时，可通过对钟体厚度的调整，改变钟的振动频率。同样，在固定的频率下，限定钟的厚度，可变化铣长。

3. 钟的合金成分与声学性质的关系。

关于钟的合金成分，《考工记》记为“六分其金（即铜）而锡居一”。如何理解这个比例（即铜与锡之比），历来学者们见仁见智。经测定，曾侯乙编钟合金成分的范围是：含锡量12%～14.5%，含铅量1%～3%，余为铜及少量杂质。经过试验比较发现，这一合金成分与钟的声学特性有着科学的、合理的关系。当含锡量低于13%时，钟的音色单调、尖刻；含锡量在13%～16%，音色丰满、悦耳，但含锡量愈高，青铜愈脆，钟愈易被击破。

是否含铅及含铅多少也很重要。铅对钟声的传递能起阻尼作用，它加快钟声的衰减，有利于演奏效果。反之，不加铅，钟声衰减速度慢，乐音受到干扰。经测试，含铅量在1.4%～2.8%范围内，钟声的衰减速度相似，曾侯乙编钟的含铅量是合理的，既能阻尼钟声的传递，又不至于影响音色。

五、装饰艺术史：集大成，务求新

（一）多种工艺的巧妙结合

从人、猿揖别的那一刻起，人类就开始打扮自己，也装点周围环境，绘画、雕塑等工艺应运而生。在北京周口店山顶洞人的文化遗物中，就发现有非常丰富的装饰品。随着社会经济的发展，装饰手段由简到繁，由粗到精。春秋战国时期，中国的装饰工艺进入到一个空前繁荣的阶段。从考古发掘所见，铸造精美的青铜器，色彩斑斓的漆木器，光怪陆离的珠玉饰物，等等，令人眼花缭乱，美不胜收。身处此大的艺术背景之下，曾国的工匠们集众家之所长，融多种工艺于一体，运用雕、塑、刻、镂、镶（嵌）、错、髹（漆）、画等技法，并将其巧妙结合在一起，力求给人以全新的感受。

曾国的工匠们在力使曾侯乙编钟音乐性能完美的同时，还十分讲究其外观装饰，要让它既给人悦耳的听觉享受，又给人悦目的视觉快慰：兼采高浮雕与浅浮雕铸出的甬钟和铜人底座表面的蟠龙纹饰，层次分明，极富立体感；钟架木质横梁铜套上的花瓣和龙首是镂空而成，龙首宛如游弋在花丛之间，兴味盎然；钟架立柱塑成人体形象，腰挂佩剑，双手向上，雄壮有力，仿佛托举千钧而仍神态自若；大甬钟甬部及衡面铸镶（有别于此前的“嵌镶法”）红铜纹饰，铜人底座上镶嵌绿松石，遥想当年铸成之时的颜色，前者必是黄（甬、衡青铜本色）红（红铜花纹）相间斗艳，后者则是金（铜人底座）碧（绿松石）相映成趣；编钟铭文有部分系用错金技法，凸显编钟富贵高雅；钟

架横梁上施彩绘，鲜艳夺目；立柱铜人的衣着，亦用彩绘勾勒，衣襟裙摆，惟妙惟肖。

（二）栩栩如生的新奇造型

曾侯乙编钟纹饰中，有一些新奇的动物造型，姿态或静或动，皆栩栩如生，反映出曾国工匠们丰富的想象力和高超的制作技巧。这也是一种求新的表现。下面举例略作赏析。

部分钟幹铸以蹲熊形态（《曾侯乙墓文物》一书的作者，将其命名为猴头龙钮），造型憨态可掬。幹与旋相连，用于悬挂甬钟。“幹旋”一词，即源于此。虎也是常见于工艺创作的一种动物形象。曾侯乙编钟钟架下层横梁悬挂大型甬钟的挂件多为虎状套环（有三件不是，当是原物损坏，下葬时来不及新做），虎作匍匐状。此种造型可使虎身紧贴横梁，便于挂钟。老虎虽状似趴地，但头部和臀部翘起，四爪用力下撑，脖子使劲前伸，仍不失虎视眈眈气概。整套编钟气势恢宏，再加十余只老虎伏于横梁之上，更显凝重。于此亦可见曾国工匠用心之缜密。

龙和风是中国古代纹饰久盛不衰的主题，曾侯乙编钟也不例外，然而像钟架下层横梁铜套上阴刻的变形龙凤纹，融龙凤于一体，作翱天之状，在此前的铜器纹饰中则难觅踪影。类似形象，只是在晚出的丝织物上见过。

六、书法艺术史：风格新，趋同楚

（一）曾国前期铜器铭文的古朴风格

中国文字起源很早。古籍中有“仓颉造字”之说，然而仓颉并非实有其人，而文字也绝非一人能造。鲁迅在《门外文谈》一文中说：“仓颉也不只一个，有的在刀柄上刻一点图，有的在门户上画一些画，心心相印，口口相传，文字就多起来，史官一采集，便可以敷衍记事了。中国文字的由来，恐怕也逃不出这个例子的。”考古资料证实了鲁迅的论断。古文字学家认为，新石器时代陶器上面的刻画符号，就是文字的雏形，距今至少有四千多年的历史。文字发展至商代，

既出现了刻在龟甲和兽骨上的文字——甲骨文，又出现了刻在铜器上的文字——金文，二者都已是很成熟的文字了。进入西周以后，甲骨文淡出历史舞台，金文则进一步发展，直至战国中期以后被简帛文字取代。

中国文字从其诞生之日起，就具有两方面的功能：一是记事的工具，一是表现艺术的手段。书法艺术成为中国特有的一个艺术门类。

曾国历史悠久，文化发达，书法艺术亦足称道。现已见到的曾国文字，主要是铜器铭文，年代从西周

晚期至战国早期。其书写风格，可分前后两期，前期（西周晚至春秋早）风格古朴，有着浓郁的中原书体特征。不过，因它远离宗周，发展没能完全同步，其西周晚至春秋早的书体，还近乎中原西周中期的风貌。如西周晚期的曾伯从琫鼎、曾伯文簋、及几件“曾仲旂父器”，春秋早期的曾子仲妻鼎等，皆字体方正，大小基本一致，笔势圆润，严谨工整。与稍早的穆王时期的班簋、恭王时期的史墙盘等周王室铜器铭文面孔相同。

（二）曾侯乙编钟铭文的楚国风韵

自春秋中期开始，列国青铜器的差异渐显，铭文书体的地域性日趋强烈，楚国尤甚。春秋中期以后，曾国与中原的关系渐行渐远，与楚国的关系日益密切，表现在文字风格上，楚的韵味十足。

春秋中晚期的曾国有铭铜器仅有零星发现，可资比较的资料甚少。同一时期楚国的有铭铜器则出土较多，且篇幅较长，如王孙遗者钟、王子午鼎、王孙诰钟等。战国时期曾国的有铭铜器，主要出自曾侯乙墓，包括曾侯乙编钟及一大批礼器、兵器等。与曾侯乙编钟同一时期（即战国早期）的楚国有铭铜器，有楚王禽章钟、楚王铸钟、坪夜君成鼎、郢之飮鼎等，但铭文篇幅均很短，远不如曾侯乙编钟铭文的鸿篇巨制。

将曾侯乙编钟铭文与上举春秋中晚期和战国早期的楚国铜器铭文比较，可以看出：曾侯乙编钟铭文与同时期的楚国铜器铭文风格一致，它们皆由春秋中晚期的楚国铜器铭文演化而来，前后轨迹明显，脉络清晰。其共同特征是：字体修长秀美，笔势流畅飘逸，结构繁简统一，布局整齐有序。

曾侯乙编钟的考古学意义^[1]

一、承前启后

（一）编钟的源流

享誉世界的曾侯乙编钟，乃“中华民族的光荣和骄傲”，“集我国先秦科学文化之大成于一体，从多方面多学科生动地反映了中国古代科学文化的伟大成就，也是人类古代文明的象征”^[2]。对这集大成的稀世奇珍，在多方面多学科研究中，考古学研究无疑是一基础性研究项目。首先要明确其在时间和空间中的坐标地位。也就是说，作为中国众乐之首的编钟，在时间的链条上有一个起源、发展的演变过程，而曾侯乙编钟是编钟发展史上鼎盛期的光辉结晶。它不是无源之水，因此有必要了解它在中国编钟发展序列中的地位，明确它对此前编钟的继承和对此后编钟的影响等源流和演变情况。

曾侯乙墓出土的 65 件编钟，有 45 件是甬钟。甬钟形成于西周早期，传统的观点是起源于中原地区，而随着考古新发现的探索，南方起源说已得到越来越多的赞同。先是高至喜著文论述。^[3]近年来，陕西省

考古研究所曹玮也著文论定：“南方出现甬钟在年代上要早于关中，因此，传播的方向是由南向北的趋势。”^[4]音乐学家王子初也认定：“陕西宝鸡、长安所出西周早期后段和中期之初的甬钟应是传自南方。它们北传的路线可能有两条：一条是经湖北东南部的扬越之地直接传入北方，另一条可能是经楚地再传入周人地区。”^[5]这一新认识应是可信的。刘彬徽在 2013 年 12 月据最新考古发现进一步认定：“根据随州叶家山曾侯墓出土的早期甬钟和其他早期甬钟的比较，从形态学演变考察，早期甬钟尤其是 A 型甬钟以湖南宁乡和衡山甬钟的年代最早，早期甬钟很可能起源于湘江流域。”^[6]其实，不仅甬钟源自南方，而且根据新的考古发现，也可认为“中国最早的铙也首先出现在南方，而且它们一露面便向世人显示了繁缛而完美的造型，高超的冶金铸造工艺，鲜明而独特的风格”^[7]。

[1] 此文为刘彬徽为本书撰写的专文。

[2] 冯光生、谭维四：《曾侯乙编钟的发现与研究》，湖北省博物馆，等编：《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992 年，第 46 页。

[3] 高至喜：《中国南方出土商周铜铙概论》，《湖南考古辑刊》第二集，1984 年。高至喜：《论湖南出土的西周铜器》，《商周青铜器与楚文化研究》，长沙：岳麓书社，1999 年。高至喜：《甬钟探源》，《中国文物报》，1991 年 3 月 24 日。

[4] 曹玮：《西周前期南北方钟的比较与北传路线》，高崇文、[日]安田喜宪主编：《长江流域青铜文化研究》，北京：科学出版社，2002 年，第 91-97 页。

[5] 王子初：《中国音乐考古学》，福州：福建教育出版社，2003 年，第 146-147 页、第 571 页。

[6] 湖北省博物馆、湖北省文物考古研究所：《叶家山西周墓地国际学术研讨会会议论文集》，2013 年 12 月。

[7] 王子初：《中国音乐考古学》，第 146-147 页、第 571 页。

甬钟、钲钟虽然起源于南方，它们的成熟期则在西周王朝时期，体现着西周的礼乐制度。历史的巨轮前进到春秋战国时期，政治上出现了春秋五霸、战国七强的局面。“春秋以降王室衰微，使以往那个政治、经济、文化中心不复存在，青铜文化的向心式局面被打破，出现了区域性的青铜文化圈。”^[1]有的学者将春秋时期的青铜器划分为六个地区，有的学者则将东周列国文化划分为七个文化圈^[2]。从考察编钟的年代序列和地域特点来看，从曾侯乙编钟的时空坐标来看，前述春秋战国时代即东周时代分为六个或七个文化区，其主流文化即华夏文化可划分为北南两个亚区——东周时代华夏文化北区主为晋系文化区；华夏文化南区主为楚系文化区，其编钟应分为晋系和楚系。

先谈晋系说，此即学者一般称之为中原地区说，它以晋国（战国时分裂为韩、魏、赵三国即三晋）为主，包括东周王室所在地洛阳及邻近地带和郑、卫等小国。

相当于今之山西中南部、河南中西部，在这个地区已发现多批编钟，足资研究。其东之齐鲁地区（齐系），其西之秦陇地区（秦系），必要时略带述及。

关于楚系说，楚文化研究已成当今国内外学术研究的热门课题，刘彬徽专门作过楚系青铜器的深入研究^[3]。在学者们的研究中，楚系的概念有大小、广狭之分。楚系指楚国的和在政治上已附属于楚国并可纳入楚文化范畴的曾、蔡等若干小国。而在战国文字研究中，则多把宋和吴、越、徐、舒等地文字属于楚系者^[4]。在此只取前说，而不包括吴、越等国之说。诚然，楚系编钟已影响到徐、吴、越编钟，对此另当别论。

（二）楚系编钟序列

曾侯乙编钟属楚系编钟（本节之三有详细论述），要弄清楚曾侯乙编钟的源流与文化特征，有必要先理出楚系编钟年代的发展序列^[5]。（见表1）

表1 楚系编钟序列表

编号	名称	数量				分期与年代			备注	著录
		甬钟	钲钟	特钟	合计	分期	楚国纪年	公元纪年		
1	楚公爱钟	5			5	西周中晚期之交	楚君熊渠	西周夷王、厉王之间，公元前878年前后	传世4件，其中3件藏日本泉屋博物馆，另1件下落不明；考古发现1件	3
2	楚公逆钟	2			2	西周晚期	楚君熊鄂	前799—前791	传世1件，仅存铭文；考古出土6件	
3	楚王钟		1		1	东周	楚王堵敖（熊渠） ²	前676—前672		
4	楚邛钟				1				器形佚	
5	王子婴次钟	1			1		楚庄王世	前613—前591	今存北京故宫博物院	
6	王孙诰钟	26			26		楚康王世前期	前559—前548		
7	王孙遗者钟	1			1		楚康王世前期		下落不明	
8	江汉钟		9		9				原名敬事大王钟	
9	蹇钟		9	8	17					
10	鄢子成周编钟		9	8	17					
11	蔡侯申编钟	2	9	8	19		蔡昭侯世	前518—前491	蔡侯申甬钟已知2件，吴王光甬钟约10件	
12	郢子受钟		9	8	17		楚昭王世	前500年前后		
13	徐家岭M10编钟		9	8	17	春秋战国之际				4
14	徐家岭M3编钟		9	8	17					

接下页

[1] 朱凤瀚：《古代中国青铜器》，天津：南开大学出版社，1995年，第859页。
[2] 划为六区者见朱凤瀚：《古代中国青铜器》，天津：南开大学出版社，1995年，第859页；划为七个文化圈者见李学勤：《东周与秦代文明》，北京：文物出版社1984年，第11页。有文章把楚系编钟也纳入中原地区编钟范围（见湖北省博物馆，等：《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第111页），这实际是混淆了华夏体系编钟与中原地区编钟的概念。楚文化区与中原地区是两个平行的地区概念，如硬要合起来谈，那也只能说楚系或楚文化是华夏文化或周文化的南区，而黄河中游的中原地区为周文化或华夏文化的北区，如此而已。
[3] 刘彬徽：《楚系青铜器研究》“楚系编钟”，武汉：湖北教育出版社，1995年，第226页。
[4] 例如琳仪《战国文字通论》《战国古文字典》二书，将战国文字分为齐、燕、晋、楚、秦五系。汤余惠主编《战国文字编》分为秦、楚、三晋、齐、燕五系，仅顺序与之相异。
[5] 刘彬徽著《楚系青铜器研究》对此已作论述，但此书出版至今已有约20年，这期间又有新的考古发现，新出土了几批楚系编钟；并且，随着研究的深入，有的编钟年代需要订正，为反映这些新的考古学成果，需要重新予以论述，此处先列出简表，再略作说明。

续表

编号	名称	数量				分期与年代			备注	著录
		甬钟	钮钟	特钟	合计	分期	楚国纪年	公元纪年		
15	竟平王钟	1				第四期	楚昭王世	前515—前489	竟平王即楚平王，楚平王为其谥号，钟应作于昭王世（或稍后）	
16	曾侯乙编钟	45	19		64	第五期	楚惠王世	前488—前432	编钟作于前450年至前433年间	
17	楚王禽章钟	1	1	1	3	第五期	楚惠王56年	前433	传世2件，器形佚	
18	信阳长台关编钟		13		13	第五期				③
19	浏阳编钟		9		9	第五期				⑤
20	擂鼓墩M2编钟	36			36	第六期前段				③
21	天星观M2编钟		22		32	第六期前段				⑥
22	天星观M1钟		4		4	第六期前段			被盗，存4件	③
23	叶县田县钟		6			第五期			被盗，存6件	
24	枣阳九连墩M1编钟	12		22	34	第六期				⑦
25	枣阳九连墩M2编钟		11		11	第六期				
26	楚幽王墓钟				30余	第七期	楚幽王世	前237—前228	器形佚失，种类不明	③

① 上表所列第一期至第七期的起讫年代参见刘彬徽：《楚系青铜器研究》第二章“楚系青铜器群的分期与年代”，武汉：湖北教育出版社，1995年。

② 楚王领钟铸造时间有楚成王、楚穆王、楚灵王等多种看法，当以此说较为可信。第一期编钟新见有楚太师编钟。

③ 刘彬徽：《楚系青铜器研究》第六章“楚系青铜器铭文编年考述”。又见刘彬徽、刘长武编著：《楚系金文汇编》，武汉：湖北教育出版社，2009年。

④ 河南省文物考古研究所，等：《淅川和尚岭、徐家岭楚墓》，郑州：大象出版社，2004年。

⑤ 高至喜主编：《楚文物图典》，武汉：湖北教育出版社，2000年，第100页。

⑥ 湖北荆州博物馆：《荆州天星观二号楚墓》，北京：文物出版社，2003年。

⑦ 湖北省博物馆：《九连墩——长江中游的楚国贵族大墓》，北京：文物出版社，2007年。

由上表所列可见，楚系编钟序列非常连贯，从西周晚期到东周第一至第七期，每一期都有编钟，这是了解曾侯乙编钟源流演变的最好材料。曾侯乙编钟是国君级的，楚国国君级的也不少，有铭文的楚国君之钟，就有5例，有的因系传世品，种类、数量已不全。例如楚公𢆶钟，应为两套，每套各为8件^①，而现仅存4件。楚公逆钟，传世仅存1件铭文（器形佚），新出土的有6件，全套应不止此数^②。楚王领钟也仅存其中的1件；楚王媵郢仲钟仅存摹本，器形、拓本均佚。楚王子婴次钟、王孙遗者钟也只存其中1件。至于楚王禽章钟，传世1件铭文，1件当为钮钟，1件仅存后半部铭文，后者很可能是甬钟左鼓铭文，应为甬钟。

（三）晋系编钟序列

晋国和宗周同为姬姓，西周时期编钟和宗周雷同。春秋时期以晋文公称霸为标志，晋已取代东周王室地位而称雄一时，晋文化成为中原地区文化的代表，晋系（包括附近小国）编钟在今山西、河南两省境内出土甚多，也可排出其年代序列，但对于晋系墓葬及出土青铜器包括编钟的年代，似尚未见综合性的深入研究，这里只能据分散见到的一些论述，按春秋早中晚、战国早中晚期（而楚系已可分为七期）予以编列，以便于和楚系编钟的对比研究（见表2）。

① 王世民：《西周暨春秋战国时代编钟铭文的排列形式》，《中国考古学研究》编委会：《中国考古学研究——夏鼐先生考古五十年纪念论文集（二集）》，北京：科学出版社，1986年，第106页。

② 钟铭曰铸钟百𢆶（肆），证楚公逆编钟有多套。

表2-2 晋系编钟序列表

编号	名称	数量				分期	年代	备注	著录
		甬钟	钮钟	铸	合计				
1	晋侯稣钟	16			16	西周晚期	晋侯世、周厉王时		①
2	曲村M93钟	16				春秋早期			
3	虢季编钟	8			8	春秋早期		虢国国君墓	②
4	子范编钟	16			16	春秋中期	晋文公世（前636—前628）	流散至台港	②
5	新郑金城路编钟		20	4	24	春秋中期		钮钟分两组（每组10） 郑国钟	
6	新郑郑伯墓编钟	10		4	14	春秋中期	下限年代为前530年	1923年被盗，总数不详	②
7	侯马上马M13编钟		9		9	春秋中期，偏晚			①
8	长治分水岭M269、 M270编钟	8 8	9 9		17 17	春秋晚期			①②
9	辉县琉璃阁甲墓编钟	8	9	4		春秋晚期			
10	郟骰编钟	13				春秋战国之际		魏国器	③
11	太原赵卿墓编钟			19		春秋战国之际		分为两组（14+5）	④
12	潞城潞河M7编钟	16	8	4		战国早期		韩国器	⑤
13	陕县的以M2040编钟	20		9		战国早期			⑤
14	汲县山彪镇M1编钟			14	14	战国早期		分两组（9+5）	⑥
15	长治分水岭M25编钟		9	4		战国中期			⑦
16	虢虢钟				14	战国中期	前404	韩国器，传世共14件	⑦
17	万荣庙前村M1钟		9			战国晚期			①

- ①《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·山西卷》，郑州，大象出版社，2000年。
- ②《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·河南卷》，1996年。
- ③《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·上海卷》《中国音乐文物大系·江苏卷》，1996年。
- ④山西省文物考古研究所，等：《太原晋国赵卿墓》，北京：文物出版社，1996年。
- ⑤《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·北京卷》，1999年。
- ⑥郭宝钧：《山彪镇与琉璃阁》，北京：科学出版社，1959年。
- ⑦容庚、张维持：《殷周青铜器通论》，北京：文物出版社，1984年。

以上所列晋系编钟，有铭文的国君级钟仅有西周晚期晋侯钟和春秋早期虢国国君之钟。春秋中期至春秋战国之际有郑国国君之钟和赵卿之钟，但无铭文确证。其势如弱小侯国的东周王室之钟则不见。子范编钟铭文内容十分重要，历史研究价值极高，惜为山西闻喜盗墓者在该地盗出，流落台湾、香港，共16件，其

中台北故宫博物院收藏12件。^[1]新郑郑伯墓的编钟，系1923年盗掘出土，现也分藏两岸，两地学者已共同编著报告。^[2]山彪镇、琉璃阁墓葬所出编钟除上表所列外，尚有琉M80、M75、M60、M55等墓有出土，详见科学出版社1959年出版的《山彪镇与琉璃阁》一书。

（四）独一无二的考古断代标尺

相对以晋系编钟为代表的中原地区时序体系和以楚系编钟为代表的南方长江流域地区时序体系，曾侯乙编钟处于这北南时空网络中的关键点、联结点，它是其中独一无二的考古断代标尺。

第一，在晋系、楚系乃至其他系编钟中，唯有它保持了当年下葬于墓坑中的原貌，所有编钟基本上完好无损地悬挂于铜木结构的钟架（即簠簣）上，成为保存最好的编钟断代研究的标准器。

[1] 台湾所藏见张光远：《故宫新藏春秋晋文称霸“子犯和钟”初释》，《故宫文物月刊》（台），1995年总145期。

[2] 河南博物院、台北国立历史博物馆：《新郑郑公大墓青铜器》，郑州：大象出版社，2001年。

第二，编钟据形制分为甬钟、钮钟、钲钟，曾侯乙编钟三者俱全，其中以甬钟的断代作用最为明显，乃承前启后的标尺。

例如甬的八棱柱体，在楚系的东周三、四、五、六期都有，曾侯乙甬钟在演变中起承上启下的作用。

又如甬部和篆间、正鼓部的尖浮龙纹（有的叫蟠螭纹、三叠蟠龙纹），目前为止，最早见于东周三期王孙诰钟上的甬和篆间，稍后依次在第四期的竞平王钟、蔡侯申钟、徐家岭 M3 钟；第五期的曾侯乙编钟；第六期的擂鼓墩 M2 钟、天星观 M2 钟等一脉相传地承续着，而以曾侯乙 45 件编钟体现得最为充分，其鼓部尖浮龙纹有侧视、正视、俯视多种形态，所饰之龙最多达 15 条，可以说是“叶公好龙”的生动写照。^[1] 曾

侯乙编钟这种龙纹处于此类纹饰的巅峰。故曾侯乙编钟纹饰成为尖浮龙纹演变脉络的最好观测点和标本。这一纹饰还深刻地影响到长江下游徐、吴越的钟类纹饰。楚系钟有鼓部为对称的蟠绕龙纹，有别于上述尖浮龙纹，它最先出现于已附属于楚的江汉间姬姓和姜姓等小国贵族钟上，其后在徐邲郢钟、吴臧孙钟和战国早期的越者初钟上都有这一纹饰，清楚地表明了楚系编钟对徐、吴越文化的影响。^[2]

第三，曾侯乙编钟在音乐考古断代中的标尺作用也是独一无二的。曾侯乙编钟铭文完整地记录了音阶、音律，成为音乐形态学、乐理研究的最好标本，据测音资料对其前后时期编钟断代研究的作用至为重要。^[3]

二、南北交融

（一）编钟文化的宏观比较

中国文化的南北地域差异，早在数十万年前（甚或更早）的旧石器时代便已见端倪，绵延至今仍有其余绪，潜移默化地渗透在人们的生活习性之中。夏、商、西周三代都城都在中原地区，经济文化有着领先于周围地区的优势，但并未泯灭这南北差异。春秋战国时期，是中国青铜文化发展的第二高峰时期，楚国后来居上，随着国力的蒸蒸日上，楚国的青铜器铸造水平超过了周王室和列国的发展程度，处于当时的最高水平。南北并驾齐驱，交相辉映。“从楚文化形成之时起，华夏文化就分成了北南两支：北支为中原文化，雄浑如触砥柱而下的黄河；南支即楚文化，清奇如穿三峡而出的长江。这北南两支华夏文化是上古中国灿烂文化的表率，而与时代大致相当的古希腊和古罗马的文化遥相辉映”。^[4] 在这个宏观背景下考察南北编钟的差异和曾侯乙编钟显示出的南北文化交流情况，很值得玩味并颇具发人深省的启发意趣。

这是文化上的共性与个性关系问题。应该肯定，共性是第一位的，无论是北南的晋系、楚系，它都是在西周时期编钟发展的基础上演变而来的。只是在东

周特别是春秋中期以后，北南差异亦即晋系、楚系的差异才愈来愈明显，这是不争的历史事实。

首先，曾侯乙编钟的形制、纹饰与同时期北方晋系编钟有明显的差异。形制上的差异仅表现在甬作八棱的有无，不及纹饰的差异之大。这好比人的衣着发式一样，不仅有历时性的古今变化，也有共时性的地域差异。以曾侯乙编钟的鼓部纹饰为例，它和同时期（有的稍早）的晋系分水岭 M269、M270 编钟以及郢楚编钟、赵卿编钟、山彪镇 M1 编钟（年代略晚）上的鼓部纹样结构有异。

南北编钟纹饰的共性、个性关系，李纯一认为：“纹饰方面初无南北之分，进入鼎盛期以后，逐渐发生比较明显的变化，形成当时两种主要的区域性风格。例如在鼓饰的选择上，南方比较偏爱那婀娜多姿的对称顾夔纹的原型，很少使用那阴森狰狞的兽面纹；而北方则无此偏爱，对两者一视同仁。就对称顾夔纹这一原型而言，即使南北两方同样是以各种大大小小的龙蛇（即传统所谓的龙、夔、螭、蛇、虺之类）作为构图材料，也因构思和章法不同，而有不同的风格和不同的发展变化。相对来说，北方比较倾向于直线和方

[1] 这则寓言式成语典故出自《新序·杂事》：楚国“叶公子高好龙，钩以写龙，凿以写龙，屋室雕文以写龙，于是天龙闻而下之，窥头于牖，施尾于堂。叶公见之，弃而还走，失其魂魄，五色无主。是叶公非好龙也，好夫似龙而非龙者也”。撇开其讽刺性语句，可证先秦龙风俗之盛行。龙文化乃中国传统文化之一，不仅在编钟如此，在其他器物、龙在体现礼乐制度的器类上均表现之，仅表现形态上有差异而已。

[2] 刘彬徽于 2001 年 11 月中旬在上海博物馆展室和库房、南京博物馆展室、库房观摩编钟实物，体验到楚系编钟形制、纹饰对徐吴越编钟的影响，限于篇幅在此暂不译述。

[3] 参阅黄翔鹏：《先秦编钟音阶结构的断代研究》，《江汉考古》，1982 年第 2 期。

[4] 张其成：《楚文化史》导言，上海：上海人民出版社，1987 年。

正整齐的造型，显得刚劲雄健，而南方比较爱好曲线和蜿蜒纠结的图案，显得纤丽秀雅。”^[1]李纯一是在论述钮钟纹饰时提出此说的。此说也可适用于甬钟和镈钟，李纯一论述甬钟时将楚系钟归入Ⅱ型，而与北方系Ⅰ型钟相区别，可惜他没有兼及镈钟、钮钟的南北之分，事实上这三类钟都可分出晋系、楚系^[2]。

其次，南北两系在编钟铭文方面的差异也较大，前文楚系编钟序列中所列楚系编钟26组（套）中，就有16组（套）有铭文钟；而从晋系编钟序列中所列17组（套）的晋系编钟看，仅有5组（套）的编钟有铭文，为楚系的三分之一。楚系钟铭文数量多，从内容看，除楚公逆钟铭外，字数多者以乐铭、宴乐铭为主。华夏文化北区的晋系属羌钟和华夏文化南区的楚系曾侯乙编钟同为战国早期（前者年代略晚近30年），前者仍延续西周以来的征伐纪功传统（春秋中期的晋子范编钟铭也是如此），而作为和周王室同宗的曾侯乙编钟则一反周之传统，全部为音乐方面铭记。

铭文内容有南北之别，铭文形式即字体风格也有差异。郭沫若早就指出：“南文尚华藻，字多秀丽；北文重事实，字多浑厚。”^[3]北南两系文字在内容、字体上的差异，即在共性中显出地域性的个性差异。

再次，南北两系在铸造技术水平上也有程度之异，楚系青铜器铸造最先使用先进的失蜡法技术，其陶范铸造工艺已达炉火纯青的极致，这在曾侯乙墓青铜器包括编钟的铸造工艺上已显示出楚系铸造技艺比之晋系等北方地区略胜一筹。对此本书铸作篇中将有详述，此从略。

复次，南北两系编钟所蕴含的礼制文化、音乐文化方面的差异同样也是明显的。中原“郑卫之音”与楚声、南音，各具特色，各有所爱。春秋战国是百家争鸣、百花齐放的时代，音乐之花在各地绽放，争奇斗艳，中华文化正是在这一时期高歌猛进，走向辉煌。

以上我们看到了在春秋战国时期编钟文化上的南北差异，此乃时代使然。这一历史时期既“百舸争流”，互相竞争，呈现同中之异；又相互交流，取长补短，

显出异中之同。曾侯乙编钟上既有同中之异，也有异中之同。下面就来谈谈其异中之同。

（二）曾侯乙编钟与曾国文化、中原文化

曾侯乙编钟是中国青铜时代巅峰时期的精品，自然也是曾国自身的精品。这一精品的出现，正是春秋战国时期文化竞争与交流的产物，主要是南北文化竞争与交流的产物，打上了南北文化的烙印。

首先，曾侯乙编钟和北方宗周编钟、春秋晋系编钟同源，都是继承宗周文化的产物。它的甬钟继承西周传统。钮钟已知年代最早者为陕县上村岭虢国太子墓所出，共9件，年代为春秋早期偏早（两周之际）。^[4]其外形似铃，乃早期钮钟的特点。而在随州，也出上了春秋早期钮钟，即八角楼和季氏梁所出^[5]。季氏梁曾墓出土五件，其形制、纹饰与上述周式铃舌孔是同样的，圆孔（径0.5厘米），口内唇缘加厚，调音方法仿效甬钟。“它是钮钟早期形态的又一个典型。”^[6]其中有一件通体素面，和曾侯乙编钟的素面钮钟似有渊源关系。说“钮钟是道地的曾文化器物”^[7]，不无道理。曾侯乙编钟有一件楚王镈，在随州出土过西周中期的早期镈，看来曾国也有自身的镈钟传统。

曾侯乙编钟的曾国文化成分，除体现在编钟外在形态外，还有它内在的音乐文化特征，例如有自具的律名和律高，对此本书乐律篇有详述。

关于曾侯乙编钟的中原文化成分，前已述及与西周编钟的渊源关系；西周时期至春秋早期，各地出土的周式甬钟（包括晋、楚二地）整体风格相同。春秋中期以后，同源异流，共性还是存在的，甬钟皆为合瓦体，甬有加长趋势，舌的弧度也有加高趋势。形制、纹饰的总体结构相同。铭文也同为大篆。在乐音上“循着西周已形成的编钟双音结构及规范而发展”^[8]。其整体风格与南方越式钟、巴蜀式钟差别则较大。越式钟体扁而瘦长，甬短，钟体多饰占越族地区印纹陶硬中常见的细线云雷纹、横S纹、圆点纹等，有的仅一面有纹，另一面则无纹；一面有枚，一面无枚（周式两

[1] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年。

[2] 这种差异除形制特别是纹饰的差异外，还涉及编钟的种类组合，如晋系钟以镈钟为多，且体大，而甬钟少且体小。这与楚系钟刚好相反。另在音律上也有异。镈钟、钮钟之分两系，需详细对比，此暂从略。

[3] 郭沫若：《两周金文辞大系图录考释》下册，上海：上海书店出版社，1999年，第4页。参阅刘彬徽：《楚系青铜器研究》，武汉：湖北教育出版社，1995年，第375-377页。

[4] 中国社会科学院考古研究所：《上林岭虢国墓地》，北京：科学出版社，1959年。

[5] 随县博物馆：《湖北随县城郊发现春秋墓葬和铜器》，《文物》，1980年第1期。

[6] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第248页。

[7] 谭维四：《曾侯乙编钟所见先秦列国文化交流》，《中国考古学会第七次年会论文集》，北京：文物出版社，1992年。

[8] 冯光生：《曾侯乙编钟文化属性分析》，《黄钟》，1998年第3期。

面均同)无铭文。巴式钟体宽且扁又薄,一般有尖状长枚而无纹饰,或纹饰简单,亦无铭文。在乐音上难以构成完整的音阶结构^[11]。凡此均与周式编钟大有区别。因之,曾侯乙编钟与中原周式编钟同为一脉相承而来,关系密切。不仅钟体如此,钟架也存有中原文化因素,例如,支撑钟架的6个钟簠铜人与年代稍早的山西侯马牛村出土的男子陶范相较,颇为近似^[12]。皆圆脸大耳,眉目清晰,头顶圆冠,双手上举,着短衣,紧口小袖,交领右衽,腰系带,腹前打结;又和同时期山西长治分水岭出土的佩短剑青铜武士比较,体态亦近似,同样腰佩短剑。^[13]这种“人形衣式,可能是夏商以来固有式样”^[14]。由这种铜人的体态、衣饰来看,也表明曾侯乙编钟和夏商周文化有着一脉相承的关系。它和楚系其他编钟一样,虽和中原晋系钟有差异,因都是循着夏商周文化脉络而来,同为西周礼乐制度的实物体现。^[15]水乳交融,中原文化是其共同的基础。

(三) 曾侯乙编钟与楚国文化

从楚系编钟序列表所列,可从纵向方面看出曾侯乙编钟上承楚系王孙诰编钟,一脉相承地演变而成。从宏观方面作横向比较,看出它与北方中原地区晋系编钟差异较大,而与华夏文化南区的楚系差异较小,可见其与楚系编钟的亲密关系,从而可以初步证明曾侯乙编钟之为楚系编钟组成部分。在这里不妨再作些具体的分析。

首先,从形制、纹饰看。在这方面与楚国文化风格最为一致。整架编钟有如一巨大的音乐建筑,呈现出一派楚音乐殿堂的气象,如楚辞所形容的“铿钟摇簠”“宫庭震惊”的宏大场面。中层甬钟之八棱形甬尤其是装饰之繁缛细密,对豪华感的追求,在龙纹饰上最为典型。这正是楚系器物纹饰的特征。“楚器(包括编钟)纹饰包括龙纹又特别着力于‘繁饰’,即不仅器类和器表上纹饰分布广,器上尤多附加的繁复装

饰……‘佩缤纷其繁饰兮,芳菲菲其弥章’(《楚辞·离骚》)。”^[16]曾侯乙编钟的繁饰正是屈诗的生动写照。楚王铸和曾侯乙编钟的龙纹、铜人附座上的龙、横梁铜套上的龙形饰,均与楚王铸上的龙纹饰如出一辙。木质横梁与圆柱上的髹漆彩绘几何纹,为楚国漆器所常见,挂钟构件的爬虎为楚国木雕及陶、铜器附饰所常有^[17]。总之,曾侯乙编钟在形制、纹饰上的浓厚楚风,极具魅力,令人赏心悦目!

其次,曾侯乙编钟的铭文同样有楚系文字风格。“正如曾国与楚国在政治上的关系一样,在战国初期,曾楚二国文字的关系也非常密切”^[18]。“曾侯乙墓所出土乐律编钟铭文蟠曲回环,具有浓厚的楚系文字风格”^[19],“很多曾国文字实际就是典型的楚国文字”。古文字学者编撰的字书工具书,例如《战国古文字典》^[10]、《战国文字编》^[11],均按五个区系——楚系、晋系、齐系、燕系、秦系予以分列字表,并都把曾侯乙编钟铭文归于楚系。这种文字系别之分足以表明曾侯乙编钟与楚国文化、楚系编钟的内在联系。^[12]

再次,以上所论仅是曾侯乙编钟的外观特征上所显示的楚文化风尚。其内涵所蕴含的音乐学特征更能显示其楚文化风韵,这是更为重要的一个方面。

在中国独立产生的十二音律的乐律学体系,发展到春秋中期,形成了南北两个十二律,两个系统各有自己的律名和律制。能得到这样的认识,有赖于楚国王孙诰编钟和曾侯乙编钟的考古新发现。以楚国王孙诰编钟与曾侯乙编钟比较,王孙诰编钟和曾侯乙编钟的音域宽度大体相同,从半音的完整程度看,其旋宫转调能力大致与曾侯乙编钟相同,王孙诰的律制与曾侯乙编钟中层第三组的音律相似。“至迟在王孙诰钟时,楚十二律已经形成了……王孙诰钟与曾侯乙编钟一样已在应用十二律了。”^[13]在音律方面,曾侯乙编钟显然是继承楚王孙诰编钟的楚律系统而来。若再细说,还可举出以下各条:

[11] 高至喜:《商周青铜器与楚文化研究》,长沙:岳麓书社,1999年,第67-69页。吴铭生、熊传薪:《湖南占越族青铜器概论》,中国考古学会编:《中国考古学会第四次年会论文集》,北京:文物出版社,1983年。参阅李纯一:《中国上古出土乐器综论》,第225-235页、第280-284页。

[12] 沈从文:《中国古代服饰研究》,香港:商务印书馆香港分馆,1981年,第15页。

[13] 山西省文物管理委员会:《山西长治分水岭古墓的清理》,《考古学报》,1957年第1期。

[14] 沈从文:《中国古代服饰研究》,第16页。

[15] 礼乐制度中的乐制内容甚多,如乐悬制度、乐器的组合、乐律等,在此不详述。

[16] 刘彬徽:《楚系青铜器研究》,武汉:湖北教育出版社,1995年,第588页。

[17] 谭维四:《曾侯乙编钟所见先秦列国文化交流》,《中国考古学会第七次年会论文集》,北京:文物出版社,1992年。

[18] 裘锡圭:《谈谈随县曾侯乙墓的文字资料》,《文物》,1997年第7期。

[19] 何琳仪:《战国文字通论(订补)》,南京:江苏教育出版社,1999年,第168页。

[10] 何琳仪:《战国古文字典》,北京:中华书局,1998年。

[11] 汤余惠主编:《战国文字编》,福州:福建人民出版社,2001年。

[12] 编钟铭文中和同出竹简文字中都有许多典型的楚文字,为他系文字所无,曾侯乙兵器铭文中也有鸟篆体美术字,这在北方系统文字中未见。

[13] 赵世纲:《曾侯乙钟与楚钟》,湖北省博物馆,等:《曾侯乙编钟研究》,武汉:湖北人民出版社,1992年,第79-81页。

第一，曾侯乙编钟十二律的律名，其六律虽采周制，但律高标准不同。其六间（六吕）则采用楚律名，“以浊字称六吕，来自楚制”^[11]。且六律名称的字体与周律名也有异，例如“割肆”二字与周之“姑洗”就字体不同，当受楚地文字系统之影响。

第二，音列结构上，“以新音阶的商音占主要地位，是迄今所知的古编钟音阶结构中独一无二的特殊情况”^[12]。并且，除以商音为主外，其次则重在徵、宫二音，商、徵、宫三音是它的主要骨干音。这与周律的“钟尚羽”不同。“它的占统治地位的调式结构则是‘姑洗之商’”“楚商也是曾国的为主的调式结构”。^[13]

第三，关于十二律的旋宫转调，中国古代有两种方法——右旋法和左旋法。“经深入研究，人们发现曾侯乙编钟铭的记写方式，完整详尽地体现出它的旋宫属于‘右旋’系统”^[14]。以此“和《周礼》记载的中原西周‘为调式’——左旋旋宫法不同，是一种重视宫均、重视音乐实践而不重视所谓礼仪制度规范的音乐理论总结……荆楚乐律体系不仅在当时的中国，而且在当时的世界上处于同学科的绝对领先地位”^[15]。

第四，关于十二律的相生有蕤宾上生与下生两种方式，曾侯乙编钟属“蕤宾下生”。这正是“后世人们不甚了解的一种楚制”，“曾侯乙编钟以弦律——均钟调律并记录了楚制”。^[16]这表明楚、曾同为“蕤宾下生”，从而与强调长短有序予以礼仪规范化的周制“蕤宾上生”相区别。

综上所述，曾侯乙编钟的音律学内涵，与楚律关系密切而与周律（包括晋系音律）则较为疏远，学者们论断“曾国的乐律体系属楚文化范畴”^[17]，是可信的。其实，《曾侯乙墓》一书，就已指出“曾侯乙墓所反映的曾国文化，确已深深地打上了楚文化的烙印，可以说已纳入楚文化的范畴”^[18]，这自然也包括了曾侯乙编钟之被纳入楚文化范畴^[19]。

以上从考古形态学（类型学）和音乐学两方面，论述曾侯乙编钟之归属于华夏文化南区楚系编钟，表明了它在先秦华夏文化的二元耦合中，与南系楚文化关系密切，而与以晋系为代表的华夏文化北区的关系较为疏远。当然，这不过是春秋战国时期的情况而已。

（四）南北文化交流融合的结晶

据以上三个部分的分述，从总体上说春秋战国时代各个区域文化包括各区域的编钟文化，都是在统一的西周王朝文化发展的基础上出现的，同源异流，各吐芳华，百花争艳。区域文化之间互有短长，“而从成就之大和水平之高来说，楚文化超过了其他任何一种区域文化”^[110]。编钟文化的情况正是如此。就已有的考古发现来看，其他区系编钟（包括晋系）的成就和发展水平也确比不上楚系编钟，这只要以楚系的曾侯乙编钟与其他系编钟对比，就立见分明。当然，楚系编钟并非无源之水，而是“源远流流”^[111]，其源久长，至西周，先是承袭周王室系统编钟，后吸取其他系编钟之所长，在东周时形成“洪流”。“曾侯乙编钟，是一个多形态、多组次、多种文化因素组合而成的传统器，45件编钟是将周、楚文化因素融于一体而有创新的曾侯乙之器”，“周、晋、齐均位于黄河流域……属中原周文化范畴……主要是曾楚两国文化的交融，是南方楚文化与中原周文化交流、融合与发展的反映。”^[112]要补充的是，这种南北交融，经历了以中原文化影响为主到以华夏文化南区的楚文化影响为主的变化过程。这在前面所述从四个方面认定“曾侯乙编钟归属楚系编钟”之外，还可再就其青铜文化归属加以说明。早在三十多年前李学勤就已认为：“春秋中期以后，青铜器的造型、工艺及铭文字体……逐渐形成以楚为中心的新的传统。这时，即使是姬姓的曾（随）国、蔡国，也不能不归入这一文化传统的范围。”^[113]对曾国青

[11] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。

[12] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。

[13] 黄翔鹏：《释楚商——从曾侯乙钟的调式研究管窥楚文化问题》，《文艺研究》，1979年第2期。

[14] 崔宪：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997年。

[15] 柏匡民、李幼平：《荆楚歌乐舞》，武汉：湖北教育出版社，1997年，第310页。

[16] 崔宪：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997年，第183页。

[17] 黄翔鹏：《释楚商——从曾侯乙钟的调式研究管窥楚文化问题》，《文艺研究》，1979年第2期。

[18] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》，北京：文物出版社，1989年，第470页。

[19] 曾侯乙墓及编钟之被纳入楚文化范畴，对这一点仍有不同的看法，有文说“将曾侯乙墓铜器划为楚国青铜文化范畴是不恰当的”（《中国考古学会第七次年会论文集》第134页）。在此只指出一点：即代表曾侯乙墓身份的九鼎，从其序列的大小相等和束腰平底的鼎型看，完全遵从楚制，这是一个最能说明问题的标志，即在礼制上全从楚制，说它不属楚文化，又属什么地域文化范畴？恐怕论者也指不出来。

[110] 张正明主编：《楚文化志》，武汉：湖北人民出版社，1988年，“序言”，第1页。

[111] 见程千帆为宗福邦等主编《故训汇纂》（北京：商务印书馆，2003年）所作的序。

[112] 谭维四：《曾侯乙编钟所见先秦列国文化交流》，《中国考古学会第七次年会论文集》，北京：文物出版社，1992年。下层的其他大型甬钟从起和声的乐音效果看，李纯一先生提出“甬式编钟”的看法（《中国上古出土乐器综论》第174页，这大概也是楚系编钟的特点）。

[113] 李学勤：《论江淮间的春秋青铜器·再论曾国之谜》，《文物》，1980年，第1期。

三、曾侯乙编钟的考古学价值

（一）曾侯乙编钟与考古学研究

一项重大的考古发现和最有考古学研究价值的文物的首要条件是年代明确。数十年来考古发现的春秋战国时期编钟已近两千件^[1]，有铭文的编钟也有好几百件，有钟主人名者为数也不少，而有绝对年代者则寥寥无几。至于东周列国编钟同具有国君人名和年号者，就目前考古材料看，唯楚王禽章铸一件！楚王禽章即楚惠王，公元前488年至前432年在位。这是他去世前一年所铸，馈赠给曾侯乙宗庙用的。墓主曾侯乙因有礼、乐器、兵器上大量器主铭文而得到确认，若无此楚惠王铸，则谈不上墓葬绝对年代，而只能判明其相对年代。因之说楚王铸增添了曾侯乙编钟的考古学价值，一点也不过分。

曾侯乙编钟是考古发现的我国编钟中规模最大、种类最全（甬钟、钮钟、钲钟三者齐备）、数量最多、保存最好，且有乐律铭文记载的唯一的一套，是我国编钟中独一无二的惊世发现，因之，曾侯乙编钟在所有编钟群中有如“鹤立鸡群”，独占鳌头，在考古学和相关学科研究中的巨大价值至显至明。考古学研究首先是年代学研究，对此上而已谈了其重要地位。其次是类型学、文化学等方面的研究，文化因素分析法，是这方面最为重要的方法，将春秋战国时期编钟按地域文化划分，重点比较楚系和晋系两类编钟，不仅锁定了时间坐标，也锁定了空间地域坐标，这是编钟考古学研究的又一重要方面。这一时空坐标的考古学定位，正是曾侯乙编钟多学科研究取得丰硕成果的基础。

音乐考古学作为考古学的一个分支学科，在它的形成过程中，音乐学界中的前辈著名学者杨荫浏、吕骥、李纯一、黄翔鹏等做了大量开辟性工作。但只有有了曾侯乙编钟及其他乐器的空前大发现，才真正使音乐考古学成熟为一门自成体系的独立学科。“文物不说话，但它的形制、纹饰、工艺甚至配套情况，都能用无声的语言对我们讲述历史故事。曾侯乙编钟更超越了这种能力，可以越过两千四百年把音响再现给

现代人欣赏，还用两千八百多字的铭文告诉我们：古人怎样把乐音的有组织的现象作了综合分析，通过理性认识，总结了音乐实践经验，凝结为理论体系的形式。”^[2]黄翔鹏先生的这段文字揭示了音乐考古学的内涵与意义。凭借曾侯乙墓编钟等乐器的东风，音乐考古学研究取得了令人可喜的成果，编钟等乐器的音乐学断代方法成为考古学断代方法的一个重要方法^[3]。在编钟形态与乐音关系上，提出了甬长与音列频率的规律性关系的新认识^[4]，出版了专著《中国音乐考古学》^[5]和大型音乐考古资料汇编《中国音乐文物大系》。作为中国考古学和音乐史学的一个分科，由于曾侯乙编钟的出现，音乐考古学愈益显示出其重要性，在弘扬民族文化中发挥出越来越大的为其他学科难以替代的作用。

（二）曾侯乙编钟与考古学的人文价值

考古学的对象是人类历史上的物质遗存，它是物，由物及人，通过考古发现，让人们看到了人类的过去，中华民族过去。让人们“神游往古，心追未来”。曾侯乙编钟不仅让人们看到了这千古奇观，还让人们能聆听到美妙的音响，犹如最古老的录音机，能将两千多年前的音乐播放出来，令人大饱耳福，它给人们心灵的震撼力是永恒的。

中国是礼乐之邦，西周时代对音乐的社会功能极为重视，形成了一整套礼乐制度，周王室设有乐教机构与官吏，及至春秋时期，孔子兴儒学，更倡导乐教。“兴于诗，立于礼，成于乐”（《论语·泰伯》）。楚国作为周王朝的一个诸侯国，同样重视乐教。春秋五霸之一的楚庄王，对其太子（后为楚共王）的教育就有“教之乐，以疏其秽而镇其浮”（《国语·楚语一》）。一直到战国时期楚风依然如此。在荆门出土的郭店楚简和上海博物馆收藏的楚竹书均有内容相同的《性情论》一篇，有大段论乐教的文字^[6]。

[1] 王世民：《春秋战国葬制中乐器和礼器的组合状况》，《曾侯乙编钟研究》。文内统计编钟为1223件，此文发表至今已过去十年有余，新出土和出土未报道者至少有二三百件或更多，故可认为总数近两千件。

[2] 黄翔鹏：《音乐考古学在民族音乐型态研究中的作用》，《人民音乐》，1983年第8期。

[3] 黄翔鹏：《先秦编钟音阶结构的断代研究》，《江汉考古》，1982年第2期。

[4] 李京华：《中原古代冶金技术研究（二）》，郑州：中州古籍出版社，2003年，第134-162页。

[5] 王子初：《中国音乐考古学》，福州：福建教育出版社，2003年。该书首次较全面、系统地论述了中国音乐考古学。参见李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年。

[6] 荆门博物馆：《郭店楚墓竹简》，北京：文物出版社，1998年。马承源：《上海博物馆藏战国楚竹书（一）》，上海：上海古籍出版社，2001年。

曾侯乙编钟正是中国盛行乐教的实物见证。有机会聆听这套编钟所奏出的古曲如《楚商》，似亲身感受到浓烈的楚风。屈原的诗词皆可成韵，以之演奏楚辞，定能深切感受屈子那强烈的爱国主义情操与“独立不迁”“秉德无私”的高尚人格。而演奏今曲，让古乐新生，更能振奋人心。这种人文教化作用比其他考古遗存更为直观一些，曾侯乙编钟的考古学人文价值怎么估计也不过分。在当今，考古学已脱离了象牙塔式的操作，开始向公众普及，出现了公众考古学。考古与现实的关系就像一条河流，从古流到今。“人生代代无穷已”“古人今人若流水”“古今一体，乃古今真谛”。^[1]曾侯乙编钟已成为联系古今的纽带和链环，其潜在的影响将是不可估量的。

（三）曾侯乙编钟在考古学史中的地位、意义

曾侯乙编钟乃春秋战国时期音乐文物的光辉创造，是这类文物的巅峰之作，在中国和世界考古史上都具有里程碑式的意义，其地位与作用怎么估价都不过分。在这里仅取其中两个方面略加陈述。

一是音乐史学、音乐考古学上的意义，专家们早已指出，由于曾侯乙编钟及其铭文的新发现，中国的音乐史特别是乐律学史要重新改写。正像上个世纪初，流传所谓“中国文化西来说”一样，在乐学研究中也有源自巴比伦等外域说。几十年来的考古发现，已使这些说法不攻自破。而乐学理论研究中，在曾侯乙编钟出现前，不少问题仍疑而未决，曾侯乙编钟出土后，不少乐律学方面的问题迎刃而解。“这些新材料对于解决传统乐律学的许多历史悬案具有重大价值；对于汉、唐以后的乐学则可起到接上断线，揭示本源的作用；对于因失传而产生的种种误解、妄断，则有澄清混乱、还事物以本来面目的意义”；“曾侯乙钟铭乐学理论所达到的高度，已经使我们后人神游往古、心追未来，而向往着新音乐的更高创造”。^[2]

二是关于楚文化考古与楚文化考古在考古学史上的地位。关于这一点，谈论者甚多，有关以楚文化考古材料为主的论著，其数量在各区域文化中是最多的，质量也多是上乘的。曾侯乙编钟属于楚文化范畴，无疑也是楚文化考古的一次大丰收，在楚文化考古史上

有里程碑式的意义。为避免引起误会，再说一下楚文化概念，所谓楚文化，仅是东周时代位于中国长江中游地区的一个区域文化，它与周文化不是对立的，乃夏商西周文化在长江中游地区的继续发展。从这一点看，可以说曾侯乙编钟既属楚文化范畴，也可以说同属于广义的周文化范畴。只是这个在西周时期统一的周文化到东周时期已分域为六个或七个区域文化。

除文化上的共性外，楚文化还有其鲜明的独特的个性，表现在诸多方面，限于篇幅，不可能一一列举。这些个性的独特之处，绝不可能以源自周文化的一源论来解释，至少是二源的或多源的。所谓二源即既有源自中原周文化的也有源自楚地自身的。以曾侯乙编钟铭的十二律名说，楚的十二律名，除其中姑洗（楚白名吕钟）和周律名相同外，其他十一律名均不同。且姑洗二字写作“割肄”，字体与周律名大异其趣。黄翔鹏先生认为这是源自楚地方音，“可以看作周文化被融入楚文化的证据”^[3]。楚十二律名为什么和周律名有如此大的差别，这是一源论难以解释的，只能是二源论，即有楚自身的本源。楚有不同于周的历法、年名和月名^[4]。“楚之钟律不用周名号，自成一系统”“春秋各大国有自己的乐律名，这和历法月名各国互异之情形相似，所谓言语异声、文字异形，可以说是‘声音异律’”^[5]。楚俗更为人所乐道，太史公曰：“齐、楚、秦、赵为日者，各有俗所用。”（《史记·太史公自序》）考古出土的楚、秦《日书》正可为证。

这都表明楚文化有它自身独立起源的一面，正如同长江的源头与黄河的源头虽然靠近，但并不同源一样。先秦的中华文明发展到春秋战国时代，乃由中原地区以晋文化区为代表的黄河流域文化和以楚文化区为代表的长江流域文化“二元耦合”而成。因此，在中国考古学中，楚文化考古的重要地位可想而知，作为楚文化系统在音乐文化方面的典范——曾侯乙编钟在中国考古学史上、在楚文化考古史上的重要地位也就不言自明了。

曾侯乙编钟的考古学研究及相关学科研究已硕果累累，但待探索的问题仍然很多。“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，还需一如既往地继续探讨、宣扬，沟通传统与现代。

[1] 俞伟超：《考古学是什么》题记，北京：中国社会科学出版社，1996年。

[2] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。

[3] 黄翔鹏：《曾侯乙钟磬铭文乐学体系初探》，《音乐研究》，1981年第1期。黄翔鹏针对曾侯乙编钟所得到的新认识深有感慨地说：“楚文化特别是它的音乐方面在后世自然受不到正统论者的重视，使之长期处于压抑状态”。曾侯乙墓乐器的出土“对我们研究音乐史中的楚文化问题，有非常重要的意义和作用”（见其论楚商一文）。

[4] 刘彬徽：《从包山楚简纪时材料论楚国纪年与楚历》，《早期文明与楚文化研究》，长沙：岳麓书社，2001年，第189-201页。

[5] 饶宗颐、曾宪通：《随县曾侯乙墓钟磬铭辞研究》，《楚地出土文献·一种研究》，北京：中华书局，1993年，第4页。

曾侯乙编钟的文化属性分析^[1]

曾侯乙编钟因其极高的历史、科学、艺术价值，成为研究中国古代历史文化的重要对象和引证对象。但是，对于它的文化属性，至今尚未形成统一的认识。这是一个可能影响到研究出发点和方向的问题，值得探讨。

对曾侯乙编钟的文化属性，比较普遍的看法是：因为在曾侯乙时期，曾国早已成为楚的附庸，它的文化“当然”在楚文化的范畴之内，它的编钟自然属楚文化遗物或楚系文物。许多有关楚史、楚文化或楚艺术的著作和论文，都以其为典范，阐述楚文化之辉煌。

一、地理及历史的背景

自一万年前农业发生时期至五千年前国家出现，我国远古文化的基本面貌因自然条件、生态环境的不同，大体分成黄河流域和长江流域两个大的文化系统，即“南北两系”。曾国的地望，处湖北随枣走廊，其在远古时代就深受北方文化的影响。湖北是两系文化的交融地带，曾国的都城随州处于这个地带的前沿偏北的位置。当地先民接受北方文化，并不是意志的选择，而是先因自然环境、后因历史积习而形成的。这也是后来的曾国跟从周王朝的外在原因，是曾从周制的文化渊源。可以说北方文化是曾国先民文化之根。至今，

也有专著将其划为楚式钟^[2]，更有工具书说它是楚国制造^[3]。对此，赵世纲先生认为：“因为曾国与周同姓，在其前期与周王接触频繁，其音乐文化受周王影响较深。曾侯乙编钟、编磬上所载曾国与周相同的六个律名是从周王室那里学来的。后来被楚打败，成为楚的附庸小国，与周王室及各诸侯失去联系，而与楚国接触频繁，则接受楚音乐文化较深。”^[4]谭维四先生认为：“曾侯乙编钟在文化科技上的成就，正是周、曾、楚多种文化交融的结晶。”^[5]现就这一问题加以分析。

随州的民众仍有许多人喜爱来自中原的豫剧，可见传统的力量和余绪。

曾国本姬姓诸侯，周人后裔。其在西周晚期已有举足轻重之势，是楚人效法周文化最为近便和最直接的榜样。曾国早期青铜器“所反映出来的文化面貌是对周文化亦步亦趋，……它对楚国早期青铜器铸造业的发展，却有着至关重要的影响。湖北当阳赵家湖楚墓群出土的西周晚期的青铜鼎、簋，即与曾器无甚区别。”^[6]曾国是文献中的随国^[7]，春秋时期仍比较强盛。直到公元前 690 年，楚武王第三次伐随之后，随仍率

[1] 冯光生著，曾发表于《黄钟》（武汉音乐学院学报），1998年第3期。

[2] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第177页、第219页。

[3] 湖北人民出版社1993年6月出版的工具书《大中华文化知识宝库》称：曾侯乙编钟“并非曾国制造的器物，而是楚国制造的”（见996页）。对此，谭白明已有批驳文章：《曾侯乙编钟并非楚国制造》，见《江汉考古》，1994年第3期，第80页。

[4] 赵世纲：《曾侯乙编钟与楚钟》，《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第82页。

[5] 谭维四：《曾侯乙编钟所见先秦列国文化交流》，《中国考古学会第七次年会论文集》，北京：文物出版社，1992年。

[6] 李学勤、徐吉军主编：《长江文化史》（上），南昌：江西教育出版社，2012年，第156页。

[7] 李学勤：《东周与秦代文明》，北京：文物出版社，1984年，第140页。

汉东诸侯叛楚。公元前 640 年，“楚人伐随（《左传·鲁僖公二十年》）”，《孔疏》：“遂为楚之私属”。随楚“世有盟誓”，互有通婚，和睦相处，直到战国中期。公元前 344 年身为曾国之女的楚声王夫人，在制壶题款时，仍称“曾姬”，可见此时的曾国至少还在名义上存在。^[11] 汉东地区的诸侯国经春秋之世不亡，后存至战国中期的，惟有曾国。

从政治上沦为楚之附庸，到曾侯乙制编钟时期（公元前 5 世纪），曾楚间的文化交流和相互影响的存在，毫无疑义。但是，如果推断曾国因此就从曾经被楚仿效转成全面效楚，以致成为楚文化之代表，是不对的。因为，既使国已不存，当地的文化及习俗并不会很快消亡。这在曾侯乙编钟铭中就有现成的例子。约在公元前 688 年被楚所灭，后为楚之北边重镇的“申”，至战国早期还沿用着自己的律名。^[12] 更何况曾之国体尚存，并与楚国和睦相处。这是曾国继续保持本土文化的历史渊源和政治背景。

“考古学中的楚文化，指一种主要由楚人创造的、有自身特征的文化遗存。”^[13] 楚文化的形成渊源於中原文化，直到春秋中期以后，其特色已经形成，并在发展过程中继续深受中原文化的影响。^[14] 大量的考古资料分析说明：楚国高级贵族严格用周制。高崇文先生认为：1. 楚国的礼仪制度来源於周制。2. 楚国礼仪制度的主要内容和重要仪节，大体上与周制同。3. 楚国用於礼制的器物种类也基本同於周制。周礼是楚国礼制文化产生的基础，也是楚国礼制文化发展的主导。^[15] 这是楚文化对其他文化以影响或受其他文化影响的前提。

二、礼乐制度及钟体形制分析

分析曾侯乙编钟的文化属性，首先应注意其多功能性。它是礼器，其悬制、组合、装饰等外在特征，都是其所在礼制的物化反映；它又是乐器，其音响及乐律学方面的所有信息，又是其本身及其所属文化的精髓所在。我们研究中国古乐器，要考古类型学分析和音乐型态学研究并重，并且相互联系、相互比照。

从考古类型学的角度，有些专家对曾国墓葬和器物有过比较缜密的分析。杨宝成先生将曾国铜器的发展序列分为 6 期。从西周到春秋时期的 24 批铜器，“都反映了曾国贵族统治者所遵循的礼制即是周王室的礼制”；曾侯乙墓时期的铜器“基本上还保持中原地区的铜器特征，而与楚国铜器相比还存在明显差异……将曾侯乙墓铜器划为楚国青铜文化范畴是不恰当的。”^[16] 郭德维先生曾从墓葬形制、棺槨结构、随葬器物种类、铜礼器、兵器组合及形制特征、漆器和铜器花纹等方面的比较研究中，得出了曾侯乙墓时期曾文化可能受楚的影响，而决不是被完全楚化的结论。^[17] 考古发掘报告《曾侯乙墓》，也用了专门的章节论证了曾墓决非楚墓。^[18] 谭维四先生也肯定地说：“此墓出土物的考古学文化属性以中原周文化因素居多，是显而易见的。”^[19]

综合起来，曾侯乙墓及其文物的特点是：虽然有部分器物已有楚文化的特点，但是，它没有楚墓那样的多级台阶与长斜坡墓道，保持着中原地区大墓无墓道的明显特征；有积石积炭，与中原地区的葬俗一致，而在几千座楚墓中绝无仅有；楚墓里常见或仅见的基本随葬品，如青铜礼器中的敦、铎壶（盂），漆木器中的镇墓兽、虎座飞鸟，乐器中的虎座鸟架鼓，兵器中的铜剑，该墓中却均未见到。此时的曾国虽已臣服于楚，在礼俗上与楚人还有相当程度的差别，其文化个性保存较多。这是曾侯乙编钟产生时的文化背景。

曾侯乙编钟三层两面的曲尺形悬制，迄今仅见。有一套出自楚墓，却是吕王之孙制作的编钟，以钮钟和搏钟组合成两层单面悬制，年代为春秋中期前段。^[110] 楚有春秋晚期的王孙诰编钟，钟架为两层单面悬制，在楚尚属孤例。《庄子·山木》记：“北宫奢为卫灵公赋敛以为钟，为坛乎郭门之外，三月而成上下之悬”。

[11] 舒之梅、罗运环：《古文字资料中所见楚国同各诸侯国的关系》，武汉大学学报编辑部，《湖北省考古学会论文选集》（一），1987 年，第 117 页。

[12] 见曾侯乙编钟铭下二、下二4、中二4、中二7，其中后两例，且省去楚律，直述申律。

[13] 俞伟超：《楚文化考古大事记·序言》，北京：文物出版社，1984 年。

[14] 河南省文物研究所、河南省丹江库区考古发掘队、淅川县博物馆：《淅川下寺春秋楚墓》，北京：文物出版社，1991 年，第 337 页。

[15] 高崇文：《楚器使用礼制考》，《楚文化研究论集》（第四集），郑州：河南人民出版社，1994 年，第 104 页。

[16] 杨宝成：《试论随枣地区的两周铜器》，《中国考古学会第七次年会论文集》，北京：文物出版社，1989 年，第 127 页。

[17] 郭德维：《曾侯乙墓并非楚墓》，《江汉论坛》，1980 年第 1 期。

[18] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》，北京：文物出版社，1989 年，第 459 页。

[19] 谭维四：《科学宝库、艺术殿堂——曾侯乙墓文物艺术综论》，《曾侯乙墓文物艺术》，武汉：湖北美术出版社，1992 年。

[110] 河南省文物研究所、河南省丹江库区考古发掘队、淅川县博物馆：《淅川下寺春秋楚墓》，第 257 页。

卫国的始封之君是周武王的弟弟康叔，武王克商，成王定之之后，曾在分封时“分康叔以大路、少帛、綍、旂、旌、大吕”（《左传·定公四年》），大吕，就是钟。卫国用钟的历史久远，3个月立起两层编钟来，虽在情理之中，仍显惊人的速度。由此看来，编钟上下两层的悬制至少不是楚的专利。

我们曾经分析过几座诸侯和级别相当的墓葬，如河南固始宋景公之妹句敌夫人墓、安徽寿县蔡昭侯墓、湖北随州擂鼓二号墓、安徽阜阳汝阴侯墓，其钟架或钟在墓内摆放的形式，都与曾侯乙编钟的架式一样，呈曲尺形。^[1]我们理解它们相当于《左传·成公二年》所提到的卫君的悬制“曲悬”。^[2]王孙诰钟呈单面双层结构，比双面双层或三层的钟架低一个规格，这如果就是周礼所定的“卿大夫判悬”，与其主人令尹子庚的身份相合。那么，这又是楚国贵族循周礼的一个实例。

钟架及其装饰，是编钟文化属性的外在特征之一。曾侯乙编钟的个钟虞铜人，目前仅此一例。就此形态，“无论从其造型和服饰，在众多的楚国木俑及漆画上的人物形象中，难以找到近似之作”^[3]；但与早于它的山西侯马牛村出土的男子陶范、同期的山西长治分水岭出土的佩短剑青铜武士相比较，这种“人形衣式，可能是夏商以来固有式样。”^[4]联系到秦始皇二十六年，收天下兵器，销铸为重各千石的12个钟虞金人（《史记·秦始皇本纪》），和汉宣帝甘露元年，建章、未央、长乐宫里遍体长毛而“时以为美祥”的钟虞铜人（《汉书·郊志·下》），还有西汉文学家扬雄笔下皇宫内乞乞承钟的“金人”（《甘泉赋》），它们和曾侯乙的“金人”的根基似乎都在北方。

楚钟钟架资料，见于信阳长台关一号楚墓、二号楚墓、湖北江陵天星观一号楚墓。这些钟架的规模都很小，不宜与曾侯乙编钟作简单的比较。但是，从装饰风格分析，其强调的卷云纹、三角云纹、菱形纹以及信阳二号楚墓钟架在着色上用到的银灰色，在曾侯乙钟架上很少使用，甚至不用。

关于钟的形制和款式，陈振裕先生先把曾侯乙编钟视作楚钟，再将楚钟纳入中原地区进行分析：“春

秋战国时期，随着中原文化的影响日益深刻，在长江中下游两岸的楚、曾、蔡、吴、越等诸侯国的上层贵族墓中，也发现了许多青铜钟。从这些青铜钟的类别，各类钟的形制、花纹、铭文，以及它们的早晚变化规律等方面分析，基本上与中原地区的三大类青铜钟上的特点相同，应属中原地区同期青铜钟体系”；“虽然南方文化对这个地区的先秦青铜钟都有一定的影响，但是它仍有自己的一些特点，例如青铜甬钟的甬特长，六棱形（实为八棱形，笔者注）甬为中原与南方地区所未见；又如青铜钮钟的钮较长，钮内空上部呈钝角状，等等，这些青铜钟的独特之处，正是楚文化特点的一个反映。”^[5]李纯一先生是把曾侯乙编钟纳入楚钟而后进行分析。他认为：楚钟是在中原钟的基础上发展起来的。“从春秋后期开始，便以遍饰细密的浅雕蟠虺纹的长甬、篆带和小侈度的两铣显示自己的独有特点。而从进入战国时期以来，其特点变得更为突出，这就是甬尚八棱柱形，甬和体都进一步加长，于弧加大；同时甬篆所饰的浅浮雕蟠虺纹扩及钲部上、左、右三边乃至下边左右两侧，鼓饰常用浮雕式蟠虺、蟠螭或螭龙，而其构图犹遵对称夔纹的传统格式（中原式）。”^[6]

关于甬钟形制的演变趋势，笔者曾作过如下概括：“1. 钟腔由短阔敦厚渐至修狭纤秀；2. 钟口由近于齐平渐至上曲弧度较大；3. 枚篆面积（即习惯所称的钲部）由大渐至上缩得较小；4. 甬把由短渐长”。^[7]笔者认为，加长甬是钟随发展而变化的总趋向，而不是地域特点。由于钟体的加大，为保持其悬挂时呈适宜演奏的倾斜度，需要延长钟幹（支点）以上的力距，甬就增长了；又由于编制的增加，承挂编钟的横梁也必须加粗，钟体的倾斜度不够，甬上端就会紧挨着横梁，受击时便会产生杂音。关于钟的这些经验，是不受文化因素的影响和限制的。按《考工记·凫氏》比率，钟之钲长与甬长的比率是1。曾侯乙编钟各组钲长：甬长的平均比率分别是：1（中一组）、1.04（中二组）、0.99（中三组）、0.98（下二组）。中三组和下层钟体大，甬就长；中一组、中二组钟体小，甬就短；中二组钟体钲部无枚，

[1] 冯光生：《曾侯乙编钟若干问题浅论》，《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第139页。

[2] 《左传·成公二年》：“新筑人仲叔于奚救孙桓子，桓子是以免。既，卫人赏之以邑，辞。请曲悬、繁纍以朝，许之。仲尼闻之曰：‘惜也，不如多与之邑，唯器与名，不可以假人，君子所司也。……’”；贾谊：《新书·卷二审微》：“曲悬者，卫君之乐体也”。

[3] 谭维四：《曾侯乙编钟所见先秦列国文化交流》，《中国考古学会第七次年会论文集》，北京：文物出版社，1992年，第177页。

[4] 沈从文：《中国古代服饰研究》，香港：商务印书馆香港分馆，1981年，第15页。

[5] 陈振裕：《中国先秦青铜钟的分区探索》，《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第117页。

[6] 冯光生：《曾侯乙编钟若干问题浅论》，《曾侯乙编钟研究》，武汉：湖北人民出版社，1992年，第147页。

[7] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第225页。



相对“负载”轻，它的甬就更短。从甬的八棱柱形式先见于楚钟而言，可视其为楚钟的一个特点。不过，曾侯乙编钟中，甬最长的下层 13 件大钟却都是圆甬，呈周钟的风貌。

形制分析说明，楚钟仅有的一个八棱柱式甬的特点，并没在曾侯乙编钟全面贯彻。

见于宋代湖北安陆的两件楚王熊章钟，和随曾侯乙编钟下葬的楚王熊章钟，都是楚惠王送给曾侯乙的礼品，与曾侯乙编钟关系最为密切，^[1]是曾、楚编钟相互比较，极为难得的实例。从摹本上看，楚王熊章钟仅鼓部有蝶翅状纹饰，钲部未见篆带和枚；记事铭文刻在鼓部纹饰之上，布局也不规整。钟体仅正鼓有纹，仅 1978 年湖北江陵天星观 1 号楚墓出土的 4 件战国中期的钮钟与其类似，看来属楚国的作法。容庚先生又因其铭刻在鼓部花纹之上之异常，认为：“他器无若是者，非翻刻变易其位置，则属作伪之器。”^[2]参照天星观钮钟，我们怀疑楚王熊章钟也是钮钟。钮钟之制，“从它最先出现于中原地区这一情况看来，它当是出自周

文化系统。”^[3]楚人沿用钮钟，在刻款和装饰上有了自己的作法，但并没酿成风气，时属战国早中期的信阳长台关楚编钟（钮式）便不是这种风貌。这样，也就更谈不上影响曾国的钮钟。

此外，曾、楚编钟在铭文内容及款式上也有不同：曾侯乙甬钟的标音铭文，分别刻在正鼓部纹饰下沿的正中和右鼓部；钮钟钟体无纹，标音铭文分别刻在与击发点相应的位置。楚王钟一则在正鼓部花纹的上沿居中重复刻有一字。楚王钟二的右鼓音似乎也刻在正鼓部纹饰以上；钟一右鼓部的“穆”字，若作阶名，无法理解，若相当曾侯乙编钟钟铭中楚律之“穆钟”或曾律之“穆音”，后者则刻在钲部。

实际上，楚钟的纹饰对曾国编钟的影响，产生在战国中期。随州擂鼓墩二号墓出土的 36 件编钟，^[4]有 28 件小钟的钲部纹饰与楚王熊章钟相似。而且 8 件大钟的甬亦呈八棱柱体。我们从这套已经表面楚化了的曾国晚期编钟，回顾曾侯乙编钟，会更清楚它那周风依存的本色。

三、音列及宫音的比较

西周中期以后，编钟以 8 件（甬钟）为一组的编列形式和音列结构，成为当时周王室成员所通用的规格或制度。其音列结构，黄翔鹏先生在 1977 年已有总结：

表 1 西周中晚期编钟双音结构及组合表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8
侧鼓音			徵	宫	徵	宫	徵	宫
正鼓音	羽	宫	角	羽	角	羽	角	羽

这种音列“以最大的第一、第二两钟构成羽—宫关系，其后则按每两钟一组（以正鼓音，笔者注）构成角—羽关系成八度地向上翻。在已知的西周钟之中，哪怕是出土件数不全的（其中或有可能原在铸造时就以 6 件为 1 套，甚至只以 4 件为 1 套的）只要其第三钟以后，残存者有相邻两钟一组者在，也都构成这种角—羽关系。《国语·周语下》说：‘钟尚羽’，可以从这种实际情况取得证据和真实了解。”^[5]从第三钟至第

八钟，每钟双音，呈“角—徵”或“羽—宫”结构，均为小三度。这种双音结构及其音列，随后成为先秦乐钟的骨架。

在春秋早期，秦公钟因袭了西周钟的音列特点。^[6]

表 2 春秋早期秦公钟双音结构及组合表

序号	1	2	3	4	5
侧鼓音			徵	宫	徵
正鼓音	羽	宫	角	羽	角

到春秋中晚期，侯马 13 号墓的晋国编钟有了发展：以 9 件（钮钟）为一组，起始音下行了一个大二度，增加了一个“商—商角”^[7]结构。

表 3 春秋中晚期晋国编钟双音结构及组合表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
侧鼓音				商角	徵	宫	商角	徵	宫
正鼓音	徵	(羽)	(宫)	商	角	羽	商	角	羽

相当于同期的楚钟——敬事天王钟，“铸于楚成王初年即公元前 671 至前 675 年间”，^[8]亦以 9 件（钮钟）

[1] 薛尚功：《历代钟鼎彝器款识法帖·卷第六》；丁保：《畴堂集古录·下·九十》；王厚之：《钟鼎款识》。

[2] 容庚：《宋代吉金书籍述评》，《学术研究》，1963年第6期。

[3] 李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第246页。

[4] 湖北省博物馆、随州市博物馆：《湖北随州擂鼓墩二号墓发掘简报》，《文物》，1985年第1期。

[5] 黄翔鹏：《新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题（下）》，《音乐论丛》第3辑，北京：人民音乐出版社，1980年，第126页。

[6] 方建军、蒋咏荷：《陕西出土音乐文物》，西安：陕西师范大学出版社，1991年，第32页。

[7] 侯马钟的音响资料参见黄翔鹏：《新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶发展史问题》（下），第126页。为便于比较，本文五声之外的音名均取曾侯乙编钟铭辞中的名称。

[8] 河南省文物研究所、河南省丹江库区考古发掘队、淅川县博物馆：《淅川下寺春秋楚墓》，北京：文物出版社，1991年，第431页。

为一组，沿用了上引晋国钟之音列，并补齐了前3件钟的侧鼓音，在双音结构发展序列中增加了“徵—徵角”“宫—角”结构，可奏出七声旧音阶。这是迄今为止所知的楚钟完整音响资料中最早的一套。

表4 春秋中期楚敬事天王钟双音结构及组合表

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
侧鼓音	徵角	宫	角	商角	徵	宫	商角	徵	宫
正鼓音	徵	羽	宫	商	角	羽	商	角	羽

春秋晚期的王孙诰钟，是目前我国出土春秋时期编钟中数量最多、规模最大的一套。全套钟共26件，大钟8件，小钟18件。惜其中有9件未经调音，以至使某些钟之间的音列关系与铭文的连读关系以及大小次第关系不合，难以成为春秋晚期楚钟的标准器。

信阳长台关𢇛𢇛编钟，计钮钟13件。其出自战国墓葬，但因对首钟铭文的考释颇多歧异，使对该件钟及全套钟的年代和国别的问题还在争论中，还曾影响到墓葬年代的确定。因为纹饰之别和乐音不合，专家们早已意识到首钟与另12件钟不合套的问题。^[1]撇开首钟，余12件钟的双音结构及组合如表5。

表5 楚𢇛𢇛编钟双音结构及组合表

序号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
侧鼓音	徵角	宫	徵曾	羽曾	徵	宫曾	徵角	羽角	商	商角	徵	宫
正鼓音	徵	羽	宫	商	角	羽曾	徵	羽	宫	商	角	羽

表6 楚、曾编钟双音结构及组合比照表

信 阳 楚 墓 编 钟																
出土号				120	121	122	123	124	125	12	13	14	15	16		17
侧鼓				徵角	宫	徵曾	羽曾	徵	宫曾	徵角	羽角	商	商角	徵		宫
正鼓				徵	羽	宫	商	角	羽曾	徵	羽	宫	商	角		羽
曾 侯 乙 编 钟																
出土号	中一11	中一10		中一9	中一8	中一7	中一6	中一5			中一4		中一3	中一2		中一1
侧鼓	羽曾	宫曾		徵角	羽角	徵曾	羽曾	徵反			宫反		羽曾	徵反		宫反
正鼓	商	宫角		徵	羽	宫	商	下角			少羽		少商	角反		羽反
出土号	中二12	中二10	中二11	中二9	中二8	中二7	中二6	中二5			中二4		中二3	中二2		中二1
侧鼓	羽曾	徵	商曾	徵角	羽角	徵曾	羽曾	徵反			宫反		羽曾	徵反		宫反
正鼓	商	宫角	商角	徵	羽	宫	商	下角			少羽		少商	角反		羽
出土号				中三10	中三9	中三8	中三7	中三6			中三5		中三4	中三3	中三2	中三1
侧鼓				徵角	羽角	徵曾	羽曾	徵			宫		羽曾	徵	商曾	宫
正鼓				徵	羽	宫	商	宫角			羽		商	宫角	商角	羽

[1] 黄翔鹏：《先秦编钟音阶结构的断代研究》，《江汉考古》，1982年第2期；李纯一：《中国上古出土乐器综论》，北京：文物出版社，1996年，第257页。



3. 两套钟的最高部分都显露出西周钟最典型的“角—徵”“羽—宫”结构，尤以曾侯乙编钟为甚。曾侯乙编钟中层的甬钟 33 件，持上述结构的钟达 12 件，它们在各组的比例分别是 4∶11、4∶12、4∶10。信阳钟的这一比例是 4∶12。而与此相关的是，曾侯乙编钟因楚王铸的加入，原本最大的一件钟并未下葬。依据钟架和钟钩铭文，其正鼓音为“姑洗之大羽”。^[1] 其音列实际是由“大羽”起始。显然这仍是周制“钟尚羽”的表现。

4. 曾侯乙编钟在双音结构的使用上比信阳钟更加规范和娴熟：首先，其双音音程已统一为大、小三度，而信阳钟还有违背双音规律的大二度。其次，前者减

少了重复音，在组合上更加优化。如中一组 9～5、中二组 9～5、中三组 10～6 音列相同，以 5 件钟构成徵、羽、徵角、宫、羽角、商、徵曾、宫角（下角）、羽曾、徵 10 个乐音；而后的 2～6 号 5 件钟所构成的音列却因重复了一个“宫”，而少了一个“羽角”，其 9 个乐音。

总之，在战国早期前后，曾、楚编钟在双音结构及组合上已有了差别，前者在发展进步中，更多地保留了周制。

就在西周钟双音结构及组合形成制度的同时，编钟的律高标准也趋于统一。现将上引各组钟与部分西周钟的宫音的音位列入表 7：

表 7 部分先秦钟宫音音位对照表

序 号	年 代	出 土 地 点	宫 音	资 料 来 源
01	西周中期	陕西眉县马家镇杨家村·甲丙组	[♮] C	《陕西出土音乐文物》， 陕西师范大学出版社，1991 年
02	西周中期	陕西眉县马家镇杨家村·乙组	[♮] B	同上
03	懿孝时期	陕西扶风庄一号窖藏·76FH1：30 等	[♮] B	同上
04	懿孝时期	陕西扶风庄一号窖藏·76FH1：10 等	[♮] B	同上
05	西周中晚期	陕西扶风庄一号窖藏·柞钟	C	同上
06	西周中晚期	陕西扶风庄一号窖藏·中义钟	B	同上
07	西周晚期	陕西扶水寿县西南店·逆钟	C	同上
08	春秋早期	陕西宝鸡太公庙·秦公钟	[♮] B	同上
09	春秋中晚期	山西侯马 13 号墓	C	《我国新石器时代与青铜时代已知音响与音阶发展史问题（下）》， 载《音乐论丛》第 3 辑， 人民音乐出版社，1980 年
10	春秋中期	河南新郑郑伯墓	B	《中国上古出土乐器综论》， 文物出版社，1996 年
11	春秋中晚期	河南浙川下寺 M1·楚敬王大王钟	G	《浙川下寺春秋楚墓》， 文物出版社，1991 年
12	战国早期？	河南信阳长台关 M1·楚留声钟	[♮] F	《先秦编钟音阶结构的断代研究》， 《江汉考古》，1982 年第 2 期
13	战国早期	湖北随州曾侯乙墓·曾侯乙甬钟	C	《曾侯乙墓》， 文物出版社，1989 年

表 7 中的 13 批编钟，年代自西周中期到战国早期，其中除两批楚钟（序号 11、12）的宫为 G 和 [♮]F 外，其余的宫在 [♮]B 至 [♮]C 之间。就现有资料来看，曾侯乙编钟的宫与周钟及周系钟一致，而与两组楚钟有别，

它们不同宫。当然，这两组楚钟是否在律高标准上能代表已形成个性的楚钟，还需要等待更多出土资料的证实。

四、音列及调（式）的分析

曾侯乙编钟与楚钟不同宫，也不完全同调（式）。在上节表 6 中，我们若以音列的起始音看，曾侯乙编钟中三组为“徵”调式，中一组和中二组为“商”调式；而两组楚钟则是“徵”调式。

由于曾、楚不同宫，其表面差异较远的曾“商”调和楚“徵”调的音列，实际上却近于一致。曾侯乙编钟中一组、中二组不用换钟和调音，其 D 商调式的音列，正好是楚钟的 D 徵调式。用它们演奏楚乐，没

[1] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》，北京：文物出版社，1989 年，第 128 页。

有障碍。这是曾、楚音乐密切关系的体现。但是，这只说明两国间在音乐文化上交流的频繁，并不能说明楚乐亦或楚钟就影响了曾乐和曾侯乙的编钟。因为，曾侯乙编钟的标音总纲、乐音体系和称谓体系并没有变。这好比说，一架用于演奏中国作品的钢琴并不就是中国乐器一样。

编钟是定音乐器，也是其他乐器定音的依据。“大钟者，声之主也”（阮籍《乐论》）。因此，为钟定音而制定的钟律，其实就是约束所有乐音的乐律。“律者，帅也，声之管也。上古圣人始铸金以为钟，以应正月至十二月之声，乃截竹为管谓之律。声之清浊，以律管长短为制也”（《北堂书钞》卷一一二引蔡邕《月令章句》）。钟律是编钟音乐形态的重要特征，是钟之灵魂。以曾侯乙编钟为楚钟者，常常举证的是钟铭中大量有关楚律的内容。其实，仔细分析这些铭辞内容及其行文规律和特点，就不难看出问题。

曾侯乙编钟乐律理论中确有大量楚国律名，这些律名的出现有两种情况：1. 律名对应。主要见于长枚钟。铭文以曾国为核心律，阐明其与楚、齐、周、晋、申等国和地区间的律名对应关系，其中楚律的位置显赫、比重较大；2. 阶名对应关系。主要见于中一组、中二组。因为各钟在曾国的阶名在钟架和钟体上都已明确，在大段的对应文字中，只涉及到曾国的姑洗、浊姑洗、应音三律及其这三均的有关阶名。大多数内容是楚律及其各均的有关阶名对应。这两种情况都是因对应才引发出楚律，其内容多、比重大，依然是交流频繁的需要和需沟通的内容量大的反映，而不是曾国应用楚律的例证。

公元前522年，当周景王将要铸造无射钟向乐官州鸠问律的时候，乐官列出了周王室的十二律名（《国语·周语下》）。从周初分封，分康叔“大吕”、分唐叔“姑洗”（《左传·定公四年》），到出土及传世的西周中晚期编钟上“妥宾”“无昊（射）”之铭^[1]以及齐景公铸“大吕”的记载（《晏子·内篇谏下第二》），可证州鸠所言可信，周制十二律至少在景王问律时已经

完善。从乐律发展史的角度来看，楚律虽自成体系，但它依旧在吸收外律，直至被淘汰。就在曾侯乙时期，楚律仍在接受周律。如曾有姑洗律，它来自周制。“姑洗之才楚号为吕钟”（中三8反面钲间），但是，这个吕钟在中一组和中二组的阶名对应中只名不见，全用的是曾之姑洗。姑洗次一律是浊姑洗律，其中的“浊”字取楚之六吕命名法，在楚它相当于“浊吕钟”，但全部铭辞中没有“浊吕钟”，只有“浊姑洗”，看来曾的这一阴律也被楚国引用了。时至战国中期，楚人正式放弃了“吕钟”，使用“姑洗”，1986年从江陵雨台山21号墓出土的楚律管上的墨书文字，提供了这一消息。^[2]到了战国晚期，楚国的屈原大夫已提到过“大吕”之乐：“吴歈蔡讴，奏大吕些”（《楚辞·招魂》）。另外，1972年出土于湖南长沙马王堆软侯妻墓的一套十二管竽律，均墨书周制律名^[3]；上海博物馆收藏的一件青铜律管，是公元9年新莽王朝制作的法定音高标准器，管铭“无射”^[4]，与宋薛尚功《历代钟鼎彝器款识法帖》（一九·四）著录的新莽大吕律管同为一套，这说明沿用周律，已成传统。长沙是楚国在江南的一座要邑，是楚文化南传的必经之地。在楚国被灭之后不久的楚地所使用的周律，决不是偶然现象，说明楚律有限的生命力和周律的强大的影响力。周律一直作为主流影响着周代及后世的音乐文化，楚律则在文化大同时，没像楚文化中其他精华部分那样为后世继承，而被淘汰。楚律肯定有其局限性或是不完善的地方，其在战国早期影响曾侯乙编钟的调律，也是不可能的。上文曾、楚编钟音列比较中，它们不同宫、不同调（式）的现象，也可以说明这个问题。

源自周文化的楚文化在春秋中期才形成特色，但直到战国早期尚没能全面影响、渗透到楚的附庸——曾国。曾侯乙编钟循着西周已形成的编钟双音结构及规范而发展，它不是楚钟，也不是楚文化的产物，只是曾、楚及其他国家音乐交流的工具。我们应该把它放在周文化的范畴来审视。

[1] 陕西省考古研究所、等：《陕西出土西周青铜器（一）》，北京：文物出版社，1980年，图140。

[2] 湖北省博物馆：《湖北江陵雨台山21号战国楚墓》，《文物》，1988年第5期；谭维四：《江陵雨台山21号楚墓律管浅论》，《文物》，1988年第5期。

[3] 湖南省博物馆、中国科学院考古研究所：《长沙马王堆一号汉墓》（上册），北京：文物出版社，1973年，第107页。

[4] 马承源、潘建明：《新莽无射律管对黄钟十二律研究的启示》，《上海博物馆馆刊》第1期，上海：上海人民出版社，1981年。

曾侯乙编钟在世界乐器史上的地位^[1]

以今天的眼光考察战国早期的曾侯乙编钟，它与地球上各文明发源地的所有乐器一样，都属于活跃在纪元前音乐历史舞台上的古老乐器；青铜乐器的发展经历过漫长而艰辛的探索之旅，故它也是从人类发现铜开始，积累了两千多年铜器的使用经验后出现的年轻乐器。基于后一种考察视角，有必要将曾侯乙编钟纳入世界乐器发展史范畴内作进一步的探讨。曾侯乙编钟是乐器家族中敲击乐器发展的顶峰之作吗？为什

么要说曾侯乙编钟是青铜乐器史的杰作呢？曾侯乙编钟是青铜时代礼乐重器的典范吗？曾侯乙编钟在固定音高的处理及旋律性能的发展等问题上与世界其他文明发源地的乐器有何不同？所有这些问题，均有待于我们全面认识世界各地区乐器的发展并与曾侯乙编钟进行比较后才能回答。

一、世界宫廷乐器之最

曾侯乙编钟是古代中国礼乐制度下的产物，宫廷乐器的代表作。在那个充溢着“以礼治国，以乐兴邦”思想意识的时代里，“礼”与“乐”互为表里，二者构成了周代政治制度缺一不可的两大要素。其中，乐悬制度就是周代礼乐制度具体实施的重要表现。“王宫悬，诸侯轩悬，卿大夫判悬，士特悬”（《周礼·春官·小胥》），阐述了不同阶层允许作乐的规模和享乐的权力，这里的“悬”即是对悬挂演奏的编钟和编磬的一种总称。曾侯乙墓葬分中、北、东、西四室，墓葬中室主要设置大型乐器和礼器，所列乐器有编钟、编磬、建鼓、排箫、篪、笙、瑟等，用这批乐器正好可以组成一个大型的钟鼓乐队。其中编钟、编磬和建鼓等位居墓室中心。同时，这批乐器又与鼎、簋等礼器同置一室，可知这一庞大的乐器群所演奏的，当是显示墓主人生前身份和地位的宫廷雅乐“钟磬之乐”或“钟鼓之乐”，它与置于东室，由

十弦琴、瑟、笙、小鼓等丝弦竹木类乐器组合并用于休闲娱乐的房中乐“竽瑟之乐”有所区别。

由于历史和文化的差异，世界各古文明发源地区的器乐体系有着不同的形成过程，乐器发展的方向产生了不同的价值取向。乐器组合不同，起支柱作用的乐器也不同。各民族长期形成的文化信仰与审美习惯，使得世界各地的乐器色彩斑斓，丰富多彩。

各古文明发源地在当时到底出现过哪些乐器，现在的研究很难做出全面的统计。但从当时贵族墓葬中发现的主要宫廷乐器，资料相对丰富一些。在美索不达米亚地区乌尔国王墓葬群中发掘出土的乐器，是乐器考古方面引起广泛关注的重要发现。在这些墓葬中出土了9架里拉琴，还有竖琴、对击板和吹奏乐器。其中1237号墓穴发现的金里拉琴保存最为完整^[2]，它是在乌尔出土的同类乐器中最大和最富丽堂皇的一

[1] 此文为孔义龙为本书撰写的专文。

[2] 汉斯·希克曼、苏比·安韦尔·拉辛德、瓦尔特·考夫曼：《上古时代的音乐——古埃及、美索不达米亚和古印度的音乐文化》，王昭仁、金经言译，北京：文化艺术出版社，1989年，第174页。



曾侯乙编钟

件，配有一个用金箔包裹的长有胡子的公牛头。在它的共鸣箱狭窄的正面，装饰有一块螺钿镶嵌板。整个共鸣箱周围有一道用贵重彩色玉石镶嵌成的饰带。在西亚地区，公牛被视为史前时代流传下来的，与生殖崇拜有关的神化物，可以想象公牛形里拉琴具有的特殊宗教含义，其音响象征着神强有力的声音，可以对凡人发出直接的告诫。正是有了这种权力与宗教的联系，以里拉为中心，包括竖琴、鲁特琴、吹笛和对击板在内的宫廷乐队组合一直延续到新亚述和新巴比伦甚至更晚的时期。

在公元前 1567 年至公元前 1320 年古埃及的墓葬壁画中有一幅乐舞图，画面上从左至右依次将竖琴、鲁特琴、双管双簧管和里拉琴描绘出来。另一幅被收藏于都灵埃及博物馆，年代在公元前 1320 年—前 1200 年新王国第十九王朝时期，是一副绘于纸莎草上的动物壁画。画中自左至右依次绘出了双管双簧管、

鲁特琴、里拉琴和竖琴。

到波斯王国时期，乐队的组合上虽然加入了打击乐器，但传统乐器始终占据主导地位，现藏在伦敦大英博物馆，年代在公元前 525 年至公元前 404 年间的奏乐皿绘图即是例子，画中从左至右依次绘出了双管双簧管、拍板、里拉琴和手鼓等乐器。

在公元前 6 世纪末的一个希腊酒罐上绘着一群奏乐跳舞的狂欢者，器皿绘画中由左至右依次出现了竖琴、齐特尔（一种里拉琴的复杂形式）、拍板、阿夫洛斯双簧管。

从这些墓葬壁画和器皿饰绘反映出来的乐队组合已清晰地显示出，作为人类著名的文明发源地的古西亚、古埃及和古希腊地区，它们的宫廷乐队与弦鸣、气鸣两类乐器密不可分，竖琴、里拉、齐特尔和双管双簧管是乐队的支柱，青铜体鸣乐器很少作为宫廷乐器加以使用（参见表 1）。

表1 四个古文明发源地纪元初乐器统计简表^[1]

古埃及		古西亚		古印度		古希腊—罗马	
时代	乐器	时代	乐器	时代	乐器	时代	乐器
前27世纪以前（史前及早期王朝）	音响器，陶制啤嘟器、对击棒、器皿状笛、风吼铙	前4000年—前3000年（乌鲁克IV期）	立式人竖琴，便携小竖琴，对击棒、器皿状笛、小型框式鼓	前3000年—前1500年（印度河流域摩亨朱达罗、哈拉帕文化）	啤嘟器、陶质球状吹奏器和哨子		
前27世纪—前22世纪（古王国第四王朝）	弓形竖琴、竹制长笛、双管单簧管	前2800年—前2350年（格姆德特—纳萨尔、迈西利姆、乌尔第一时期）	竖琴、里拉琴				
前22世纪—前16世纪（中王国时期）	弓形竖琴、里拉琴、大型桶形鼓	前2350年—前1950年（阿卡德、古特安、乌尔第三王朝）	竖琴、新式里拉琴、鲁特琴、陶制啤嘟器				
前16世纪—前11世纪（新王国第18王朝）	鲁特琴、闸式里拉琴、巨型里拉琴、三角竖琴、双管双簧管、箭框鼓、弓形竖琴、号角、对击板、贝钹、小铃、叉钹、陶鼓、响板、钹、各型小鼓	前1950年—前1026年（古巴比伦、略西特、中晚期巴比伦）	三角竖琴、里拉琴、鲁特琴、银质双管乐器、对击板、新式啤嘟器、带脚鼓板的锅状鼓	前1500年—前600年（雅利安吠陀时期；婆罗门教时代）	铙钹、铃、钟、啤嘟器、各式有音高鼓和无音高鼓、弓形竖琴、三角竖琴、维纳琴	前2000年—前1200年（爱琴文化时期）	早期里拉、齐特尔（多弦里拉）、巴比顿竖琴、阿夫洛斯双管、西斯特尔响板
前11世纪—前4世纪（后期）	鲁特琴、闸式里拉琴、巨型里拉琴、三角竖琴、双管双簧管、巨型弓形竖琴、号角、对击板、箭框鼓、钹、小铃、叉钹、陶鼓、响板、各型小鼓、铃鼓	前1390年—前539年（中亚述、新亚述、新巴比伦）	竖琴、里拉琴、鲁特琴、笛、号、双管双簧管各式鼓、铜铃、铙钹、啤嘟器	前6世纪—前4世纪（列国时期；摩揭陀称霸）	横笛、芦笛、竖笛、长号、螺形号	前12世纪—前8世纪（荷马时期）	里拉、齐特尔、阿夫洛斯双管
前305年—前30年（托勒密时期）	新型里拉琴、鲁特琴、早期风笛、长笛、军号、骨笛、排箫、水力风琴、新式小铃或藤编筐式啤嘟器、响板、叉铃	前539年—前129年（波斯阿契美尼德王朝、亚历山大塞琉哥王国、伊朗安息王国）	里拉琴、希腊牧笛、阿夫洛斯双管双簧管	前327年亚历山大入侵；前324年—前187年（孔雀王朝）	阿夫洛斯管、潘管、各式鼓	前8世纪—前5世纪（原始公社制瓦解期）	提比亚（双管别称）、横笛、芦笛、潘管（排箫）
						前5世纪—前4世纪（奴隶制发展期）	水风琴
						前4世纪—1世纪初（文化传播期）	铃鼓、手鼓、钹、早期木琴

[1] 资料来源：维尔纳·巴赫曼主编：《图片音乐史·古代音乐——埃及分册、伊特鲁里亚和罗马分册和美索不达米亚分册》，民主德国莱比锡得意志音乐出版社，1961年；Stanley Sadie 主编：《音乐和音乐家新格罗夫辞典·古希腊分册》第 661-663 页、《古埃及分册》第 72-74 页、《古罗马分册》第 150-152 页、《美索不达米亚分册》第 196-199 页、《古印度分册》第 125-139 页，麦克米兰出版有限公司 1980 年版。汉斯·希克曼、苏比·安卡尔·拉辛德、瓦尔特·考夫曼：《上古时代的音乐——古埃及、美索不达米亚和古印度的音乐文化》，王昭仁、金经言译，北京：文化艺术出版社，1989 年，第 25-33 页、第 82-91 页、第 160-173 页。《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》，北京：中国大百科全书出版社，1989 年，第 12、229、787、788、821 页。彼得·詹姆斯、尼克·索普：《世界古代文明》乐器篇，颜可维译，北京：世界知识出版社，1999 年。

从现已出土的考古资料来看，中国先秦时期出现最多的是敲击乐器，其中除膜鸣乐器陶鼓外，主要是钟、磬两种体鸣乐器。

在古代中国，钟源于早期陶铃与陶钟，陶铃为筒状铃体，一端封闭，装有悬钮，可用作悬挂；一端敞口，铃体腔内挂有固定的单体棒状铃舌。摇晃铃体，铃舌与铃体碰击发声。陶铃主要分布在黄河流域的马家窑、仰韶、大汶口和龙山等文化遗存中；长江流域仅知有湖北龙山文化中的一例，在湖北天门石家河遗址中。它最早的标本为仰韶文化后期，年代为公元前3000年左右。陶钟又称陶饶，是一种筒体带把的陶质乐器。使用时一手执钟把，另一手拿棒或槌敲击钟体发声，陕西长安斗门镇的陶钟属陕西龙山文化，年代约为公元前2300年至公元前2000年。进入铜器时代后，北方的饶逐渐用铜质代替了陶质，用编列代替了单件，由此真正进入了编钟时代，时间在公元前1300年至公元前1000年间的晚商。自西周以降，编钟与编磬就成为最重要的宫廷乐器。而在世界其他各文明发源地，青铜乐器从未像古中国那样受到上层社会如此程度的亲睐。

在世界范围内，青铜时代大约从公元前4000年至公元初年。古西亚和古希腊在公元前4000年至公元前3000年已使用青铜器，印度和埃及在公元前3000年至公元前2000年也有了青铜器。

中国的青铜文化起源于黄河流域，始于公元前21世纪，止于公元前5世纪，大体上相当于文献记载的夏、商、西周至春秋时期，约经历了一千五百多年的历史。这段时间基本上与中国奴隶制国家的产生、发展及衰亡相始终。

以使用铁器为标志的人类物质文化发展阶段的最初时期，就世界范围而言约开始于公元前1500年至

公元前1000年。公元前1400年左右，美索不达米亚的赫梯人就开始使用真正的人工铁，公元前10世纪冶铁术经叙利亚传入两河流域、中亚和北非，又经希腊传到东欧和西欧，并在公元前8世纪和公元前6世纪先后促成了亚述帝国和波斯帝国的兴起。

从三门峡上村岭虢国墓地^[1]的实物可以看出，中国至少在公元前8世纪的西周末期已有铁器。然而，中国在利用铁器给社会带来巨大变化的同时，并不像其他地区那样基本摒弃了对铜器的使用，而是在上层阶级作为一种身份和权法的象征一直保持了下来。正因如此，古中国的青铜文化创造了当时世界的最高成就。其中，编钟并非作为纯粹的乐器出现，它更是体现上层阶级身份的礼器和重器。钟声悠扬、肃穆，磬声清脆、激扬，二者构成了中国古代雅文化的最佳组合，这恐怕就是两周时期钟、磬出土最多的原因。所以，纵然有笙、竽、琴、瑟等乐器的参与，但在宫廷乐队中其他乐器不可能替代钟、鼓、磬的崇高地位。所谓“金石以动之，丝竹以行之”，皆因钟、磬的支柱作用使然。作为一种宫廷乐器，曾侯乙编钟肩负着双重职责，一方面是曾国君王地位、权力和等级的象征；另一方面它又是一种起统帅作用的宫廷乐器，它是曾君礼乐仪式和重要祭祀活动中的特殊媒介。

在先秦出现的为数众多的实用编钟中，曾侯乙编钟作为规模最为宏大的宫廷乐器，弥补了世界上古乐器史上宫廷青铜乐器的缺憾；结合其礼器与乐器的双重职能，它显现了众多宫廷乐器难以比拟的尊贵和高雅；它更以雄伟的风姿，在同时期世界各古文明地区的乐器之林中，一枝独秀，显现出中国青铜时代音乐文化独特的、不可掩抑的魅力。

二、打击乐器的巅峰之作

曾侯乙编钟出土时，65件大小不等、音高不同的编钟被放置在墓葬中室靠西壁和南壁的位置，分3层共8组（上层3组、中层3组、下层2组）悬挂在曲尺形铜木结构支架上，悬挂编钟的彩绘横梁，由6个青铜武士雕塑用双手和头顶托举，承受着整套铜钟的重量超过2.5吨。全套编钟演奏时共需5人：3人各

持一对木槌分别击奏上层和中层小、中型铜钟，2人各持一根撞钟棒于左右分别撞击下层大钟。经敲击试奏并用仪器测音，将其发音与铜钟铭文相互对照，音响与铭文内容相符，每钟可发相距三度的两音，音色优美，音律准确，总音域可达五个八度以上，中心音域十二个半音齐备，可以自由旋宫转调，能奏五声、

[1] 河南省文物研究所：《三门峡上村岭虢国墓地M2001发掘简报》，《华夏考古》，1992年第3期；河南省文物考古研究所、三门峡市文物工作队：《三门峡虢国墓》（第一卷·上），北京：文物出版社，1999年；中国科学院考古研究所：《上村岭虢国墓地》，北京：科学出版社，1959年。

六声或七声音阶构成的各种乐曲。作为一种打击乐器，能发展为具有如此良好的音乐音响性能的旋律乐器，这在世界乐器史上是罕见的。

打击乐器并非为某一民族所特有，它几乎广泛分布于所有早期人类活动的地区，古西亚、古埃及、古希腊—罗马和古印度等世界古文明的策源地更是这类乐器丰富的出土地。古西亚人早在公元前3000年前后的乌鲁克时期就已使用木质对击棒和小型框式鼓；至乌尔王朝和中古巴比伦时期（时间约为公元前2300年至公元前1000年之间），能发现各式陶响器与带脚鼓板的锅状鼓；至亚述时期和新巴比伦时期（时间约为公元前1390年至公元539年之间）出现了各式鼓及铜铃、铙钹等青铜乐器。古埃及除早期王朝（公元前27世纪以前）使用的对击棒和风吼铙外，在中王国时期（约公元前22世纪至前16世纪间），已使用一种人型桶形鼓。新王国时期（公元前16世纪）开始，陶鼓、籥框鼓、各式钹、小铃、叉钹、响板、各型小鼓、铃鼓等打击乐器即已大量使用。古希腊—罗马在公元前5世纪后已大量使用了如铃鼓、手鼓、钹和早期木琴等打击乐器。古印度从吠陀时期（约公元前1500年）开始逐渐使用铙、钹、铃、钟等青铜打击乐器。^[1]研究表明，这些打击乐器有三个方面的特点：第一，各类打击乐器多为单件使用的特色乐器；第二，没有固定的音高，仅为单纯的节奏乐器；第三，多用于某些特定的场合，如宗祖祭祀、宗教祭祀或神灵崇拜等活动，带有强烈的仪式色彩（参见“四个古文明发源地纪元初乐器统计简表”）。

曾侯乙编钟与以上这些打击乐器相比，最突出的一点在于它在定音方面的巧妙处理，它以一种性能优良的旋律乐器的面貌出现于世界音乐史舞台。

弦鸣乐器的音高依靠乐器的弦轴进行调节，这种弦轴为弦鸣乐器的音高调节带来极大的灵活性。属于膜鸣乐器的印度鼓木且加与普斯卡拉是通过绕在鼓筒上并列的、间距很小的皮条皮膜来确定音高，并通过移动皮条上的结扣或皮条间的木棍来加以调节。所以，此两类乐器的定音是相对的，均可在乐器制作完成后

另行处理。气鸣乐器通过控制开孔距离与管径尺寸来确定音高，早期的乐器制作往往通过经验性的处理来实现。曾侯乙编钟作为一种具有固定音高的青铜体鸣乐器，其音高的确定取决于三个要素。首先，像所有先秦出土的青铜钟一样，曾侯乙编钟最大的特点在于其腔体为合瓦形，其与圆形钟腔的钟在发音时的振动规律有本质区别。合瓦型编钟的基频振动有两种方式，即正对称振动与反对称振动。^[2]敲击正鼓部时，节线出现于钟体两侧，产生较强的第一基频（正鼓音），第二基频（侧鼓音）被抑制；敲击侧鼓部时，钟体除了钟体两侧的节线外，增加了正鼓部中线处的节线，从而产生了较强的第二基频，而第一基频被抑制。合瓦型钟的这一声学特性，早已被中国科学院声学研究所的测试与分析所证实。^[3]这种通过合瓦形的腔体设计来获取“一钟双音”的效果，是中国古代音乐声学上的一项伟大发明。第二，由于中国青铜编钟采用了能发双音的合瓦形钟体，导致编钟的音律体系更加复杂。负责编钟音列设计的乐师们不仅要考虑每组钟正鼓部的音列设置，还要考虑到侧鼓音正确，以及正、侧鼓音相结合后所能进行的丰富的旋律演奏和灵活的旋宫转调。65件编钟可得130个乐音，这些乐音在不平均律时代构成了一个极为繁复的音律体系。在这个音律体系中的每一个音高，必须借助一种中介器具来测算和获得，这就是曾侯乙墓中与编钟同出的五弦器，文献中称为“均钟”。^[4]《国语》韦昭注：“均者，均钟，木长七尺，有弦系之，以均钟者，度钟大小清浊也。”64件曾侯乙编钟在铸造前须按一定次序对音高作预先的设计，包括音列、音域、每组起始音位和结束音位，以及每一个编钟上的两个乐音与编钟体量大小和形状的对应，这都需要专门的知识及极为高深的技术。第三，由于编钟的铸造过程十分复杂，钟坯铸成后，每一个钟体还必须根据预先设定的音律体系进行最后的调音锉磨，才能符合预设的标准。编钟调音锉磨技术在周初即已出现，一般使用在钟体内壁凿出凹槽的手法。至春秋早期，钟匠开始有意识地设置音梁，锉磨的部位也逐渐集中于口和音梁上。至春秋晚期，绝

[1] 维尔纳·巴赫曼主编：《图片音乐史·古代音乐——埃及分册、伊特鲁里亚和罗马分册和美索不达米亚分册》，民主德国莱比锡德意志音乐出版社，1961年；Stanley Sadie 主编：《音乐和音乐家新格罗夫大辞典·古希腊分册》第661-663页、《古埃及分册》第72-74页、《古罗马分册》第150-152页、《美索不达米亚分册》第196-199页、《古印度分册》，马克迈伦出版有限公司，1980年，第125-139页；汉斯·希克曼、苏比·安韦尔·拉辛德、瓦尔特·考夫曼：《上古时代的音乐——古埃及、美索不达米亚和古印度的音乐文化》，王昭仁、金经言译，北京：文化艺术出版社，1989年，第25-33页、第82-91页、第160-173页。

[2] 马承源：《商周青铜双音钟》，《考古学报》，1981年第1期，第132-137页；秦序：《先秦编钟“双音”规律的发现与研究》，《中国音乐学》，1990年第3期，第62页。

[3] 陈通、郑大瑞：《古编钟的声学特征》，《声学学报》，1980年第3期，第161页。

[4] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》（上），北京：文物出版社，1989年，第110-115页；黄翔鹏：《均钟考——曾侯乙五弦器研究》，《黄钟》1989年第1期、第2期。另见黄翔鹏：《中国人的音乐和音乐学》，济南：山东文艺出版社，1997年，第175页。

大多数编钟的调音手法均趋成熟。在曾侯乙编钟上表现出来的精湛调音技术，更是中国青铜乐钟的巅峰。

总之，举世无双的曾侯乙编钟所采用的高超的冶金技术、青铜乐器的设计和制造技术以及大型乐器，

三、数理与实践的巧妙结合

人们从曾侯乙编钟上所刻两千八百多字的乐律铭文得知，编钟以呈五度相生关系的“宫—徵—商—羽”四个基本律位（简称“四基”）作为三度生律基础，通过加“蕤”“曾”两种后缀的方式得到与“四基”呈纯律三度关系的另外八个律位，形成了卓越的十二律生律体系——蕤—曾体系。这在世界上是找不到任何相似或相近的理论的，无须论证，这是中国人的独创，它无疑超越于同时期古巴比伦、古希腊的理论水平之上。古希腊学者毕达哥拉斯的五度相生法，其生律方向是单一的、直线式的，曾侯乙编钟的蕤—曾体系则是建立在五度和纯律三度共同的基础上，构成了一个立体式的、内容更为丰富的网络系统。如果单纯采用五度相生法的弦长比计算方法，难以在弦下画出所有音律的分寸。可见，曾侯乙编钟的钟律，既不是毕达哥拉斯的五度相生法产生的五度相生律，也不同于中国秦汉学者所讲的以三分损益为宗法的律制，而是一种同时运用三度和五度形成的复合生律法，它在数理逻辑上远比三分损益法复杂。更重要的是，在这种繁复生律法产生的律制——“钟律”（这是中国乐音学者给予的专门名称）的基础上，曾侯乙编钟不仅实现了多种音阶的自如应用，还基本实现了这种不平均律的旋宫转调。这无疑是中国人在公元前5世纪的划时代的创举。

以欧洲大小调调式体系为核心的现代乐理，在曾侯乙编钟的钟铭中基本上都能找到对应的概念和理论，而且完全是中国特有的表述方式。钟铭中除将曾国律名与周、晋、楚、齐等国律名进行对照之外，还在各钟上标出了互换阶名，如：中二10号钟的正鼓音为“宫角”，其钲中又加上正鼓铭：“文王之宫，坪皇之商，姑洗之角，新钟之商曾、浊兽钟之羽”，在表述同律异名的同时还道出了同位异律的特点，这是

特别是应用了“一钟二音”这种高技术的青铜乐钟的音律的设计、计算、调试和实施的水平，均是世界上其他古文明地区无可比拟的。

在“蕤—曾”体系中严密的数理控制下所做的灵活处理，它为曾侯乙编钟的音乐实践铺平了道路。毋庸置疑，编钟的钟铭所体现的音律基本理论，完全是中国人独特的体系。

音乐与数学历来有着紧密的联系，包括乐器制作和表演在内的音乐实践都会不自觉地受到数学的左右。早在公元前19世纪的古巴比伦《天地初开洪荒世界》（*Enuma Elish*）创世神话集中，就提到了音乐与历法的联系，古巴比伦人将一个圆周分为360个最小整数，将音乐上的八度比率2:1扩展到720:360，以便有足够的整数以恰当的比率来规定一个十二音的音阶。这种完全对称原则可能成为艺术、科学甚至政治理论的主导思想。^[1] 巴比伦人还用四季间的相互关系来表示音乐中的音程，如春与秋为四度关系，春与冬为五度关系，春与夏为八度关系等。^[2] 当然，古西亚留下来有关音乐理论的文字记载是极为有限的，今天还难以作出系统的评价。古希腊音乐的理论远较音乐实践发达，毕达哥拉斯受金属敲击声的启发，通过在一根弦上的测量来研究弦长与音高的关系，发现了八度（2:1）、五度（3:2）和四度（4:3）的弦长比例，并根据五度相生引出了音阶各音。

无论是巴比伦人的对称原理还是毕氏的弦长比例，对当时的音乐实践到底起了多大的推动还有待进一步研究。作为珍贵的文献，它们与古中国的三分损益法一样，记载了古人在音乐数理方面的认识。真正想从实践的角度出发将音乐数理纳入乐器演奏和音调体系的理论在各文明发源地地区也产生了较大的差异，古希腊的四声音调体系就算是一个鲜明的例子。作为最早见诸文字的古希腊有关曲调学和律学理论，亚里士多塞诺斯将原有的三种四音列进行了详细的色彩分类，以下表^[3]为例。

[1] E. G. 麦克伦：《曾侯乙青铜编钟——巴比伦的生物物理学在古中国》，黄翔鹏、孟宪福译，《中国音乐学》，1986年第3期。

[2] 汉斯·希克曼、苏比·安韦尔·拉辛德、瓦尔特·考夫曼：《上古时代的音乐——古埃及、美索不达米亚和古印度的音乐文化》，F. 昭仁、金经言译，北京：文化艺术出版社，1989年，第80页。

[3] Stanley Sadie, *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*, 1980, by Co., Ltd of Publication, pp. 603-604.

表2 古希腊四音列的色彩、数理与应用表

单位：频率 音分

	自然音列diatonic	变化音列chromatic	等音列Enharmonic
原型	音名: E F G A 音程值: +1 +1 音分数: 100+200+200	音名: E F ^b F A 音程值: ++1 音分数: 100+200+300	音名: E ^b E F A 音程值: ++2 音分数: 50+ 50+ 400
亚氏色彩	Soft: ++1 100+150+250 Tense: + 1 + 1 100+200+200	Soft: ++1 67+67+367 Hemiohc: ++1 75+75+350 Tonal: ++1 100+100+300	Enharmonic:++2 50+50+400
数学家们的逻辑标准	Soft: +1+1 (Archytas) 63+231+204 频率比: Tense(1): + 1 + 1 (ptolemy) 90+204+204 频率比: Tense(2): 0.6 + 1 +0.9 (ptolemy)112+204+182 频率比: Tense: 0.6 +0.9+1 (Didymus)112+182+204 频率比:	Soft(1): +0.7+1.47 (Archytas)63+141+294 频率比: Soft(2): +0.6+1.58 (Ptolemy) 63+119+316 频率比: Tense(2): 0.4+0.75+1.3 (ptolemy) 80+151+267 频率比:	Enharmonic: +0.24+1.93 (Archytas) 63+49 + 386 频率比

从表中可以看出，亚里士多塞诺斯所归纳的四音列与当时数学家们推算出来的数据并不完全一致，到底三类四音列在实际应用时更倾向于哪一种，今天难以考证的。托勒密认为紧张型的自然音列（90 + 204 + 204 音分）是他所处时代的乐手们使用的；学术界认为托勒密的含 7 因子的紧张型变化音列（80 + 151 + 267 音分）被广泛用于实践；还认为包含纯律大三度的自然音列（112 + 204 + 182 音分）不可能在亚氏的时代出现，等等。这些观点很大程度上是靠推测得出的，因为在以弦乐器为器乐支柱的古文明地区，今天不可能再现符合当时音调的定弦乐器，更没有记录乐律体系的铭义。所以，亚里士多塞诺斯虽然就当时广泛应用于弦乐器的三类四音列提出它们的色彩特征带有强烈的实践意义，但实际上它仍是在数字的前提下提出的与实践有一定距离的理想。

然而，恰恰这种将数理转换于音乐实践的特点在曾侯乙编钟体上出现了，它的乐律铭文将当时的十二

律的生成和六国相互对照的律名详细记录下来，给今天的研究提供了具体、细致而真实的第一手材料，很好地补充了文献之不足，纠正了以往研究中由于从文献到文献所带来的错误推测。这与以弦乐器和管乐器为主要历史特征的地区由于资料保存不完整而给研究带来的困难相比，就显示了作为青铜乐器的曾侯乙编钟的无与伦比的优越性。它的钟铭，一部失传了两千多年的先秦乐律学史，和它保存至今的完美音响，堪称一部无与伦比的“有声读物”。在这一点上，曾侯乙钟铭最大程度地体现了青铜乐器的特点。曾侯乙钟铭不同于以上其他古文明地区音乐文献的特点就在于理论与实践的同步性，钟铭的记录即为当时宫廷音乐理论和实践水平的真实反映，其蕴一曾体系与同位异律的灵活处理正体现出乐器演奏的需要与追求。钟铭虽然呈现的是体系化了的、严谨的乐律理论，但达到的却是淡化理论、更重视音乐实践的目的，其历史和学术价值，是其他古文明地区的支柱性乐器难以超越的。

四、青铜旋律乐器的光辉典范

曾侯乙编钟的中、下层音列是按照春秋初期发展起来的传统音列来进行设置的，上层则以揭示生律法为目的按六律六吕的次序进行设置。除中层一组正鼓音列作五声设置外，中层二、三组正鼓音列均作六声设置，下层两组合起来还设置了七声。加上每件钟的正、侧鼓部均作三度设置，使得整套编钟不仅可以承担旋律演奏的任务，还可以进行旋宫转调，这是曾侯

乙编钟将数理逻辑转换于音乐实践的有力证据，也是先秦编钟音列探索千年积淀的结果。

任何一种成熟的乐器，都有其发展和完善的过程，编钟的发展完善过程还有待于进一步研究。可以确定的是，早在晚商时期，古人就已开始了对以青铜为材料制作自成音列的乐器的实践。根据北京故宫博物院所藏三件套的兽面纹编铙的测音数据分析，其正鼓部

可构成以 bC_2 为宫的“宫—角—羽”三声音列，如将2号铙的侧鼓音结合起来考察，则可构成“宫—角—徵—羽”四声音列；根据北京故宫博物院所藏三件套的亚铙的测音数据，其正鼓部可形成“羽—宫—角”三声音列，若将第2号铙侧鼓音考虑进来，正好构成“羽—宫—角—徵”四声音列；根据安阳大司空村663号墓所出三件套古铙的测音数据，可推测第一件铙正鼓部音位应为“宫”，从而构成“宫—角—羽”三声音列；根据安阳殷墟小屯村西南戚家庄第269号墓所出的三件套编铙的测音数据，其正鼓部依次构成以F为宫的“宫—角—羽”三声音列；根据安阳郭家庄160号墓所出三件套亚铙止铙的测音数据作分析，则正鼓部形成了“角—徵—宫”的三声音列结构，如果将第2号的侧鼓音考虑进来，正好补上“羽”音，整套编铙可形成“角—徵—（羽）—宫”的四声音列，与山东青州苏埠屯八号墓三件铙的音列完全相同^[1]。可见，这些三件套的晚商编铙运用“羽、宫、角、徵”四音进行音列设置在当时是一种普遍现象，这种音列设置思路在周代得到了进一步的确定和发展。

陕西眉县马家镇杨家村西周青铜器窖藏出土的甬钟^[2]，共出甬钟15件（其中5件已丢失），为西周中期多型多套的编甬钟，将其测音数据^[3]进行整理、分析，可以清晰得出两组正鼓音列。其中一组为“羽—宫—角—羽—角—羽—角—羽”，另一组为“宫—角—羽—角—羽—角—羽”。陕西扶风齐家村西周铜器窖藏出土的中义钟^[4]，为西周晚期典型的八件套编甬钟，将其测音数据^[5]进行整理、分析，正鼓音列亦为“羽—宫—角—羽—角—羽—角—羽”。即便将此两套钟的侧鼓音加入，编钟音列中总体出现的音位仍与商铙一致，为“羽—宫—角—徵”四声。

当然，商人无论在铸造工艺上还是在音乐性能的掌握上都还不能跟周人相比，正鼓部音列设置的一致性表明当时已经具有取音的初步数理意识，但由于人们至今还未在编铙于口内找到确定无疑的调音的痕迹，目前只能认为商铙在铸成后并不调音，从而得出商人对商铙的音高并不过于在乎的认识。商铙在铸成后不加调音，这当然会导致部分编铙的音律偏差。尽管商编铙与西周甬钟在器形、件数、纹饰及音乐性能等诸多方面均有各自的特点，但上述测音数据的分析已可表明，西周编钟的四声结构很可能承袭于商代后期的编铙音列。

至晚从春秋早期开始，编钟的音列发生了根本性的变革，出现了正、侧鼓部音位逐渐增多、重复音位逐渐减少的趋势。这种变革的动力，在于当时的人们开始更关注作为一种旋律乐器的编钟，其音乐性能的发挥。也在于当时取音器具的发展和调音技术的提高，以进一步加强音乐实践中编钟演奏曲调的能力和十二律旋宫的实现。山西闻喜上郭211号墓钮钟^[6]是以单组形式出土的春秋早期编钟，其正鼓音列为“徵—羽—宫—商—角—羽—商—角—羽”典型九件套设置，正鼓音列的“宫”位在F音上，正、侧鼓音结合可构成完整的七声音阶。如果将正、侧鼓音由低到高次序作五度排列，则为：“ bB — F — C — G — D — A — E — B ”，（加下划线的即表示在正鼓音列中使用过的音；无下划线的表示侧鼓音，下同。）从五声角度看，“宫”位可作四次选择；从七声角度看，“宫”位可作两次选择。新郑市金城路中段西侧二号窖藏坑出土的新郑金城路编钟^[7]，为春秋中期10件组编钮钟，是由一组钃钟（4件）和A、B两组（各10件）钮钟组成的。三组钟的正、侧鼓部出现11个音高，可分别作五度排列，如表3所示。

表3 新郑金城路编钟音位的五度排列关系

A组钮钟:				<u>G</u>	<u>D</u>	<u>A</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	[#] F	[#] C	[#] G	[#] D
B组钮钟:	^b E	^b B	□	C	<u>G</u>	<u>D</u>	<u>A</u>	<u>E</u>	<u>B</u>	[#] F		
钃钟:	^b E	□	F	□	<u>G</u>	<u>D</u>	□	<u>E</u>	<u>B</u>			

[1] 以上测音数据分别出自《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系》北京卷、河南卷、山东卷，郑州：大象出版社。

[2] 刘怀君：《眉县出土一批西周窖藏青铜乐器》，《文博》，1987年1月第2期。

[3] 《中国音乐文物大系》总编辑部编：《中国音乐文物大系·陕西·天津卷》，第60页、第64-65页。

[4] 陕西省博物馆，等：《扶风齐家村青铜器群》，北京：文物出版社，1963年；陕西省考古研究所，等：《陕西出土西周青铜器》（二），北京：文物出版社，1980年，第174-182页。

[5] 《中国音乐文物大系·陕西·天津卷》，第53页。

[6] 王子初：《太原晋国赵卿墓铜编钟和石编磬研究》，山西省考古研究所编：《太原晋国赵卿墓》，北京：文物出版社，1996年，第325-326页。

[7] 蔡全法、马俊才：《新郑郑韩故城金城路考古取得重大成果》，《中国文物报》，1994年1月2日，第一版。《中国音乐文物大系·河南卷》，第316页表17。

三组钟的正鼓音列均以 G 为宫。A 组钮钟以正鼓五声为基础向五度链的右边设置侧鼓音，B 组钮钟和镈钟以正鼓五声为基础主要向五度链的左边设置侧鼓音，两组钮钟分别承担了向属方向和向下属方向旋宫的任务。往五度链的右边看，A 组钮钟在五声范围内“宫”音可作五次选择，在七声范围内“宫”音可作三次选择。

如前所述，曾侯乙编钟^[1]中、下层各组均有完善而规范的音列设置，具有很强的演奏能力。特别是中层二组甬钟（12 件）和下层二组甬钟（10 件），两组甬钟的正鼓音列均为以 C 为宫，加“商颀”的六声音阶，而且二者的侧鼓音在各自最佳音区的设置都完全相同（前者在中低音区，后者在中高音区）。如果将它们的正、侧鼓音由低到高次序作五度排列，则为“^bA—^bE—^bB—F—C—G—D—A—E—B—[#]F—[#]C”。在这一排列中，十二音已出全，即无论在五声范围内还是在七声范围内，“宫”音均可作十二次选择。在一个八度中，两组甬钟六声正鼓音列的上方均无一个重复的侧鼓音位，如下所示，六正鼓音与六侧鼓音正好满足了十二律旋宫的要求，这是旋宫思维发挥到极点的杰作。

表4 曾侯乙编钟中层、下层二组音位设置

侧鼓音：B [#]C ^bE F ^bA ^bB
正鼓音：G A C D E [#]F

由此可以看出，早期正鼓五声上方作侧鼓音设置时，基本遵循着这样一个过程：先以正鼓音的重复音为主来满足五声音阶的旋律演奏；发展为有意选择一个不重复音位，以满足七声音阶的旋律演奏；再发展为有意选择多个不重复音位，以在五声或七声范围内实现多次旋宫。这是春秋战国编钟在音位设置方面的总体趋势，这种思维是以西周编钟的音列设置为基础的，是对青铜乐钟千年探索的结果。曾侯乙编钟即是这一探索过程中后期作品中的杰作。

从发现于世界各文明发源地的乐器来看，青铜乐器的分布极不均衡。各种类型的青铜乐钟主要见于古中国、古西亚、古埃及、古希腊和古印度等地，多以用于宗教或祭祀仪式的铃、钹、铙等乐器形式出现，至于像曾侯乙墓所出的规模庞大、具有良好的旋律性能的大型成套编钟，更是古中国所仅有。作为古中国青铜乐钟的最优秀代表，曾侯乙编钟在世界乐器史上的贡献在于：

首先，它弥补了世界古乐器史和宫廷乐器史上青铜乐器的缺憾，其高超的铸造工艺为世界青铜乐器史书写了辉煌的一笔；

其次，曾侯乙编钟是世界古文明地区打击乐器与固定音高乐器的代表，其“合瓦形钟腔”的发明与“一钟双音”的发现，体现出古中国先民的智慧。中国编钟是第一种沿着具有固定音高的旋律乐器的道路发展，并完成旋律演奏与旋宫转调任务的青铜体鸣乐器。统观世界各文明发源地的青铜乐器，皆未能在科技、艺术上达到如此的高度；

第三，曾侯乙编钟作为宫廷实用器，其钟铭不同于单纯的音调或乐律理论，它是数理与实践的完美结合，堪称先秦乐律的教科书，客观记录了先秦乐律的理论体系及应用深度，为重新认识上古世界的音乐理论提供了不可多得资料。从古文明发源地所发现的乐器资料来看，绝大多数是图像资料、复原品或难以复原的残件。由于中国古代的厚葬习俗加上青铜质料的耐久性，使之能在经历了 2400 年沧桑后完整地保存至今，不但能让当代人目睹其庞大而精美的造型，倾听其悦耳的乐音，感受其高贵的起止，还可以通过钟铭认识古代失传乐典，解开先秦时期深邃的音乐理论内涵，带给世界太多的启迪。

[1] 湖北省博物馆：《曾侯乙墓》（上），北京：文物出版社，1989 年，第 110-115 页。

曾侯乙编钟在科技上的贡献^[1]

一、圆钟的致命缺陷

在巴比伦和古希腊、古罗马文化的影响下，欧洲人于8世纪—9世纪期间学会制造青铜钟的技术。早期铸造的蜂巢形钟和“圆锥糖式”塔钟。12世纪的修道院曾造过开口斜张过大的圆柱形钟，或称它为“类钹钟”（cymbala）。无论后来钟形如何变化，其横截面绝大多数是圆的。从13世纪始，欧洲人以几个小铃组成排钟（chime），悬挂成排，敲击发声。铃内尚有钟舌，敲击后钟舌晃动又引致铃响。因此，排钟与其说是演奏音乐不如说是听其铃响。后来，将排钟去舌，平放于支座，敲击演奏；或用绳拉动钟舌而演奏。14世纪，发明了齿筒敲钟装置。18世纪末，发明木制键盘装置，用以演奏排钟或钟琴。

排钟与钟琴（carillon）的区别仅在于钟铃数量的多寡。当钟铃数多达23个以上，甚而从3到4个八度、直到6个八度的音域内有60~70个钟铃，其中央C音的钟重达几吨、十几吨甚至二十吨，这样的钟琴则称之为大钟琴（还是同一个英文单词carillon，为便于区分，中译者翻译时一般加上一个“大”字）。钟琴首创于15世纪末。一般都是由椭圆形小钟铃组成。由于荷兰、比利时铸钟师与调音师的精湛技艺，17世纪后叶钟琴达到顶峰。在这些国家，出现了45个、47个或52个钟铃组成的钟琴。他们能在圆形钟内调出基

音声感，如不敲击较大的钟，可以演奏极缓慢旋律的音乐。但是，19世纪调音技术失传，直到19世纪90年代才重新发现调音技术，钟琴才又在欧洲流行，并在1922年被引进美国。在美国纽约市的里弗赛德教堂和芝加哥大学洛克菲勒教堂，各有一个大钟琴，由64个钟铃组成^[2]（一说为72个钟铃^[3]），其中最重的一口铃重达18吨，它的音为中央C。但是，这样的大钟琴很少用于演奏，一般放置于教堂、学校、公墓、公共建筑或公园的钟楼上。

调音极佳的欧洲圆形乐钟，其嗡声比基音长是其固有特色，这对于演奏音乐而言，是致命的缺点。17世纪的科学与音乐家默森（他认为钟声可以驱散雷电）还曾撰文列出一张有关C大调音阶的各个钟的声弓的重量、直径和厚度表，其直径大到90厘米，发声点的声弓重为450千克。由此看来，纽约里弗赛德教堂钟琴C音钟重18吨也就不足为奇了。这么大的钟，如果没有现代电子拾音设备，仅用键盘或其他自动机械是很难让它发响的。

由于圆形乐钟的这些缺点，20世纪初就曾有人提出，以青铜圆筒代替传统圆钟。所谓青铜圆筒即是一组大小不同的金属管，其中央C音的这根管子的重量将接近23吨重。

[1] 此文为戴念祖为本书撰写的专文。

[2] Alexander Wood, *The Physics of Music*, Revised by J. M. Bowsher. Chapman and Hall, 1975, p. 154.

[3] 《大不列颠百科全书》（国际中文版），中国大百科全书出版社，1999年。“大钟琴”（carillon）条。

音乐理论家维多尔（C. M. Vidor）曾经指出，如果在音乐厅里敲响重达 23 吨的青铜管，将会引起厅内空气的强烈振荡，乐队队员、听众的耳朵，甚至音乐厅的墙壁都未必能抵挡住这种可怕的振动波，“应当直爽地承认，它们（指排钟、钟琴和管子钟琴）实际上几乎是不能实地使用的乐器”^[1]。人们设想的管子钟是如此，如果有人敢于将比同音高的管子钟约轻 5 吨的纽约里弗赛德教堂的 C 音钟搬进音乐厅进行演奏，恐怕最好的结果也是听众们带着被震聋的耳朵步出音乐厅。20 世纪 40 年代，德国的音乐家、音乐史家萨赫（C. Sachs）也说，像圆钟“这些乐器是否有用，还是令人怀疑的”，在它适当使用之前，“还有很漫长的路”^[2]。较早时候，比利时作曲家和学者格法尔特（F. A. Gevaret）也持相同的观点。^[3]

以青铜管代替圆钟的设想未获得成功。可是，青铜金属声听后令人难忘。第二次世界大战前不久，一

些电子设备使用于分析和复制钟声，由此引起了“电子琴”的诞生。美国物理学家罗伯特·克莱因施科特（Robert Kleinschmidt）和亚瑟·比格芬（Arthur Bigelow）在上世纪 50 年代作出了开创性贡献。他们用长短粗细不同的金属杆代替一个个圆钟，用电激发每一根杆的振动并将其放大，用扬声器播放，这就获得了近似钟声的音色，作为排钟或钟琴的体积也可以缩小。但是，问题出在：这种杆振动的类钟音色只是瞬间而已，对于陶醉圆钟“嗡声”音色的人而言，实在是失望！另一方面，从科学上看，一端固定的金属杆的振动和圆钟一样不能彻底衰减，更不能瞬间衰减；它具有圆形大钟的许多高分音的丰富效果，却缺少低音。现在看来，这种电子钟琴要想作为钟类乐器也还有很长的路要走。

二、曾侯乙编钟的非凡结构

曾侯乙编钟由 65 件大小不同的钟组成，总音域跨 5 个八度之多，只比现在钢琴的音域平均少其高低两端各 1 个八度。而在钢琴中心音域的 3 个八度内，曾侯乙编钟的 12 个半音齐备，全部音域以五声、六声和七声音阶结构为基本，经实际演奏，也表明它能完成和声、变调和转调的基本要求，其旋宫能力达到六宫以上。

演奏圆形钟，排钟或钟琴可能给人带来的恐怖与灾难，在曾侯乙的音乐厅里纯属子虚乌有。下面比较一下它们的重量。

曾侯乙编钟下层二组第二钟的中鼓音正好是中音区 C，其重量为 119.3 千克，同音高的管子钟重量（23 吨）是它的 193 倍，而里弗赛德教堂钟琴里同音高钟重（18 吨）是它的 152 倍。这样的 C 音钟，怎么用力敲也不会产生振动灾难，甚至于低八度的下层一组某钟，重量也不过才 203.6 千克。整套编钟的重量是 2500 千克，即 2.5 吨，而里弗赛德教堂钟琴一个 C 音钟的重量就为整套曾侯乙编钟的 7.3 倍。

可以说，曾侯乙编钟或中国编钟是迄今为止世界所有钟类乐器中具有最佳结构的乐钟。

曾侯乙编钟的铸钟师和调音师也是非凡的。为不计及实测温度对物体振动的极小影响，那么，人们对于三千多年前的中国调音师的技艺和灵敏的耳朵也不能不感到钦佩。

曾侯乙编钟是在这样一个时代出世的：欧美的乐钟改革几经波折，议论纷纷，几近绝望；中国人忘了祖先的创造发明，既不知先秦乐律深浅如何，也不知乐钟如何演奏，更不知有一钟双音的物理现象及其声学机制。曾侯乙编钟的出土唤醒了整个音乐与音乐声学的世界。中国古代的随国成了世人瞩目的焦点。两千多年前的曾侯乙为今天准备了这份丰厚礼物，它不仅是中国文化的光辉结晶，也是生活在 20 世纪和 21 世纪的钟乐家和音乐家，科学家期盼已久、千般寻觅的近代科技产品。它开拓了人们关于壳振动的基础理论，启发了人们对青铜金属乐器的崭新思维。可以说，合瓦形壳体与条形声弓或局域声弓真正开创了人们关于乐钟的新世界。

中国编钟由于高次泛音较少，嗡声不彰，因此在欧洲一部分音乐家看来，它的音色不够丰富，不能给人带来一种“嗡声”的神奇感。然而，在决定中国编

[1] 维多尔：《现代乐器学》下册，金文达译，北京：人民音乐出版社，1958 年，第 84-86 页。

[2] C. Sachs, *A Short History of World Music*, London: Dennts Dobson Ltd., Second Revised ed., 1956, p. 55.

[3] 维多尔：《现代乐器学》下册，第 81-86 页。

钟形态并以乐钟为目的的探索道路上，即使从公元前15世纪到公元前5世纪，古代中国人已走过了一千余年，他们的探索在《周礼·典同》和《考工记·凫氏》留下了记载。事实证明，他们有关钟的设计思维是正

确的。要让青铜成为悦耳的乐钟，放弃那些非乐钟要素才是明智之举。让青铜钟的嗡声在教堂和寺院的宗教世界里回旋；而让它的乐声在音乐厅和科学殿堂里荡漾。

三、曾侯乙编钟的乐律成就

黄翔鹏曾经说，作为文明古国之一的中国，“古代音乐的真相却被悠远年代和难解的古代典籍蒙上了一层迷雾”^[1]。诸如：何时开始有半音和音阶概念？音阶的组织结构如何？以管定律还是以弦定律？有音高标准器吗？先秦人知道变音和旋宫转调吗？《管子·地员》记载的三分损益律（西方谓之五度律）数学原理是出自汉代、战国还是春秋？音乐史和声学史上的一大堆问题至少在曾侯乙编钟出土之前，无人敢于肯定地做出回答；即使回答了，亦是证据不足。曾侯乙编钟上两千八百余字的乐律铭文、编钟的音响效果及其音准的测定，尽释近代中国百余年来音乐史与科学史的研究难题，也让国际同行们感到惊讶！^[2]

曾侯乙编钟的乐律是汉代人所谓的钟律。钟律的本质就是琴律。钟律和琴律异名同义，它是由三分损益律和纯律共同组成的复合律制。^[3]这种复合律制的物理基础即两端固定的空弦振动的各种模态的综合取舍。在每一种模态对应于一种分音（泛音）的情况下，其二、三、四等分的模态是三分损益律，其五、六等分的模态就是纯律。这些等分点也逢振动模态的节点，它们各自对应于后来称为古琴的各个徽位。由曾侯乙编钟所体现出的春秋战国的乐律制度在世界民族音乐史上是极为独特、极为罕见，它成为中华民族几千年乐律的先河。从秦汉起，这河源下的两条支流，即三分损益律和纯律得以充分极致的发展。三分损益律通过汉代的京房、南朝宋的何承天、五代王朴等音乐家与乐律家的努力，几近走到平均律的边缘；而纯律在古琴实践的基础上，宋代姜夔、朱熹和明代朱载堉加以理论总结和发展。最后，朱载堉在数学理论和数学方法两方面分别得益于三分损益律和纯律，从而建立

了等程律和全部理论。曾侯乙编钟的出土，使中国乐律文化犹如一条在时空中流淌了几千年的长河一般，从源头至入海口脉络清晰，长流不断。

在谈及编钟乐律的复合制时，不能不再次提到曾侯乙墓的所谓“五弦器”，也即经黄翔鹏深入考证并认定的先秦“均钟木”^[4]。如果说，毕达哥拉斯的一弦器（实际上，与毕达哥拉斯毫不相干，它是在毕氏之后发明的）是欧洲或西方音乐理论得以产生的特质和科学仪器的基础，那么，均钟木则是中国音乐理论得以产生的基础。在均钟木弦线上不仅可以找到三分损益律的各类音程比值，而且在其五等分和二等分线上可以发现纯律大小音阶的音程。曾侯乙编钟的复合律制便可由此产生。同样的弦线式定律器或音高标准器，西方人只走到五度律这一步，而中国人却同时迈出五度律和纯律的两大步。这是中西两家在乐律起源和后来发展路线上的根本区别之所在。

由此，中西音乐文化交流史上关于交流方向和起点的几百年之争，至少在基础问题上可以解决了。早在18世纪，法国耶稣会士钱德明（Joseph Amiot, 1728—1793）曾提出，毕达哥拉斯的乐律系统“不少是从中国窃取的”。19世纪及其后，鉴于中国国际声望的低落，法国学者沙畹（E. Chavanne, 1865—1918）却提出，中国的乐律“是从希腊借进的”。类似沙畹的看法在世界文化史著作中占据了很长时间。1957年，中国学者朱谦之从考证文献入手，提出希腊的乐律受到中国的影响^[5]。由于缺乏证据，朱谦之的观点并未引起人们的重视。1962年，英国李约瑟博士（Dr. Joseph Needham）否定了以上种种有关传播方向的说法，提出了一种新的“假设”：中国和希腊的乐律都

[1] 黄翔鹏：《古代音乐光辉创造的见证——曾侯乙墓古乐器见闻》，《人民音乐》，1979年第4期。也见其著《传统是一条河流》，北京：人民音乐出版社，1990年，第5—10页。

[2] 黄翔鹏：《先秦编钟的回响》，《传统是一条河流》，北京：人民音乐出版社，1990年，第19—22页。

[3] 崔光：《曾侯乙编钟钟铭校释及其律学研究》，北京：人民音乐出版社，1997年。

[4] 黄翔鹏：《均钟考——曾侯乙墓五弦器研究》，《黄钟》，1989年第1期、第2期（连载）。也见其著：《中国人的音乐和音乐学》，济南：山东文艺出版社，1997年，第214页。黄翔鹏原文将此特定名为“均钟”，实乃“均钟木”，标点误。不仅《国语·周语下》有记载，且在《隋书·律历志》和方以智《物理小识》卷一《天类·乐节》中还有记述。前者在涉及律管的直径与周长时，提出“皆空围九分，乃与均钟器合”；后者写道：“伶州鸠曰，‘木音直正，谓可以节乐。’均钟木，亦以弦，可高下移就，审中节也。”均钟器、均钟木实乃一物也。

[5] 有关情况详见戴念祖：《中国希腊和巴比伦：古代东西方的乐律传播问题》，《中国音乐学》，1993年第3期。

起源于巴比伦，从巴比伦向东传播到中国，向西传播到希腊。^[1] 李约瑟的观点立即得到国际学术界的广泛认可。

应当承认，所谓毕达哥拉斯发现乐音的各种音程比例，迄今还只是寓言式传说，他在铁匠铺发现铁槌敲打的音程比数，其科学依据是错误的。至于巴比伦起源说，其根据是公元前 2700 年乌尔王陵的歌舞石雕上有一具五弦竖琴，要将它看作是全世界音乐理论和音乐文化的起源，未免过于武断^[2]。至于纯律音程的发现，西方远晚于中国，且西方从未在音乐实践上像中国古琴那样运用过纯律。相比之下，在中国，早有公元前 6000 年的河南舞阳贾湖骨笛，晚有公元前 7 世纪的河南淅川下寺一号楚墓编钟、公元前 6 世纪的山西侯马编钟，它们的乐音体现了三分损益律的实践运用，

而曾侯乙编钟及其铭文和均钟木，毋庸置疑地证明了中国古人以自己的睿智创建了属于自己的音乐文化和音乐科学。

在谈论或研究中西音乐文化交流及传播方向时，有一点需要强调指出：人类不论肤色、不论种族，都具有相同的生理结构和心理机制，人耳的构造及其功能也都是相同的，而且对于乐声都有相同的敏感点，如五度、八度。因此，就目前知识（包括考古、历史、文献素材）而言，与其说在上古时代东西方在音乐文化和音乐科学上曾有过决定性或方向性传播，不如说是几大文明古国各自独立形成和发展的。曾侯乙编钟是古代东亚音乐文化的标杆之一，同样也是全人类的智慧与文明的进步成果之一。

[1] 李约瑟：《中国科学技术史》第 4 卷第 1 分册《物理学》，陆学善等译：北京：科学出版社，2003 年，第 169-174 页。

[2] 戴念祖：《中国物理学史大系·声学史》，长沙：湖南教育出版社，2001 年，第 229-240 页、第 285-286 页。

后 记

从2003年秋天动议到2015年7月付梓,《曾侯乙编钟》一书凝聚了一群学者和文化工作者的勤勉之力。这是一部充满热情、智慧和求实精神的集体研究成果。

2003年秋,本书的发起人黄敬刚出于文化责任和家乡情怀,萌生了出版一部曾侯乙编钟研究专著的想法,得到了海南省新闻出版局局长陈克勤、中国艺术研究院院长王文章的赞赏和支持。在中国艺术研究院,他们一同商议了编委会架构,拟由王文章、陈克勤、蒋昌忠(时任湖北省文化厅厅长)为总策划;国家文物局常务副局长张栢和湖北省文化厅副厅长、文物局局长沈海宁任总顾问;北京大学考古文博学院邹衡教授和湖北省博物馆原馆长、曾侯乙墓考古发掘队队长谭维四共同出任总主编;黄敬刚为全书的牵头人、组织者和资助人;黄敬刚与当年参加曾侯乙墓发掘的同事冯光生、刘玉堂组成三人筹备小组。冯光生(时任湖北省博物馆副馆长、研究员)、刘玉堂(时任湖北省社会科学院副院长、研究员、博士生导师)拟定了编撰大纲、编委会及作者建议名单、项目实施方案;黄敬刚负责项目管理和外联工作。

2004年元旦至春节期间,《曾侯乙编钟》编撰大纲初稿完成。2月6日,陈克勤、谭维四、王红星、万全文、刘玉堂、冯光生、黄敬刚等对大纲初稿进行了讨论,并提出了具体意见,由冯光生执笔修改。2月22日,修改稿发送给部分专家和相关领导征求意见。同时,项目实施方案也经湖北省文化厅、湖北省博物馆、中国艺术研究院多方面磋商后,得到张栢、王文章、陈克勤、蒋昌忠等领导肯定。

2004年4月11日至12日,《曾侯乙编钟》编纂工作启动会议在湖北省博物馆举行。编委会总策划王文章、陈克勤、蒋昌忠,总顾问张栢、沈海宁,总编辑谭维四(邹衡因病缺席)及主要编撰人员出席会议。中国艺术研究院音乐研究所常务副所长王子初,文化艺术出版社社长丁亚平、副总编俞静,《中国文化报》新闻部主任徐涟,湖北省博物馆馆长王红星,随州市文化局局长袁慧敏、副局长王良成,随州市文物局长黄克勇,擂鼓墩(曾侯乙墓)文物管理处主任王新成等,共32人参加会议。会议完成如下任务:一、成立编纂委员会及其办公室;二、确认编纂大纲;三、通过了工作计划及人员分工。会议期间,邹衡专门致电祝贺《曾侯乙编钟》编纂工作启动。

编纂委员会在武汉大学世纪人文教学基地设立了办公室,黄敬刚任办公室主任,方勤任办公室副主任,负责编撰人员的联络工作和具体工作的推进。刘玉堂、冯光生、张翔、黄敬刚负责组织 and 联络作者分别撰写各章节提纲,并共同讨论、修改,由刘玉堂、冯光生审定。2005年6月,几经修改的编写提纲,在北京安徽大厦的专题会议上讨论通过。张栢、王文章、陈克勤、刘玉堂、冯光生、黄敬刚等参加了会议。会后,20多位专家开始按该提纲分别撰稿。

本书作者群体是一个由多学科老、中、青专家组成的合作团队。其中，有谭维四、舒之梅、刘彬徽、罗运环、华觉明、戴念祖、秦永龙等不同学科或领域里的领军人物；也有刘玉堂、冯光生、王纪潮、郝勤建、崔宪、韩宝强、罗世平、万全文、宋秋、黄凤春等成果丰硕的中坚力量；还有张翔、萧圣中、张硕、杨华、孔义龙、方勤等后起之秀。三代学者先后因曾侯乙编钟结下文缘，有着长达三十余年的合作友谊或师承关系。这个团队，没有行政关系制约，也不靠组织纪律维系，凭着各自良好的学识素养、谨严的治学态度、热情的奉献精神团结在一起，历时十年。项目进程中的困难，全书架构的调整，新资料的加入及认识的深入所引起的反复修改，不同观念的讨论和存疑，都没有影响到团队成员的相互信赖、理解、支持、帮助。所有作者都是在繁重的本职工作之外，利用业余时间进行撰写、审稿和改稿工作。

2006年底，全书初稿完成。刘玉堂、冯光生进行第一次统稿，并提出建议由作者修改完善。2007年1月初稿修改版完成，刘玉堂、冯光生对全稿的章节结构、内容及文字风格进行全面调整、增删和润色。6月22日，陈克勤专程到武汉审阅书稿，提出了修改意见。12月31日，书稿分送张栢、王文章、陈克勤、刘玉堂、冯光生审阅。2008年1月22日，编委会主要成员张栢、王文章、陈克勤、刘玉堂、冯光生、黄敬刚在北京召开通稿审定会。会议决定再次对书稿进行深度修改，力求结构合理、文辞精炼、风格一致，并且对全书文字图片进行了合理调整。会后，刘玉堂、冯光生按此次会议精神和提出的具体意见，再次进行了梳理、整合、修编和定稿，历时7个月。

湖北省博物馆拥有曾侯乙编钟最重要的学者群体。他们不仅熟知曾侯乙编钟隐秘细微的信息，还掌握着曾国文物和考古发掘的最新研究成果。方勤、王纪潮、万全文、张翔、宋秋、黄凤春等作者，为本书提供了大量的新资料、新成果，甚至新创意。这是本书前沿性的重要保证。以张翔、郝勤建、胡志华、余文扬、翁蓓、韩壮丽、谭白明组成的资料团队，专门采集、整理了大量资料，确保了本书资料的详实和权威性。其中，由郝勤建担当的图像拍摄，长达90天。为系统地反映曾侯乙编钟的全貌和特色，拍摄涉及到全套钟的造型、结构、装饰艺术、铸造痕迹，以及各种精细入微的表现手法及制作技术特征。每件个体的拍摄，具体到不同部位的形制、纹饰和铭文等，多达数十甚至上百个镜头。负责考古绘图的胡志华为本书补绘和重绘了100余幅结构图和示意图。该馆余乐、肖墨也为本书补充了部分图片。这些工作，为本书“放大镜下的曾侯乙编钟”的编辑追求提供了重要保证。为不影响博物馆开放，资料采集工作均在闭馆后进行，多个部门的工作人员通宵达旦地工作，精心配合，并从行政、后勤、文保、安保措施上给予了制度性的保障。

本书编撰期间，湖北陆续发掘了叶家山西周曾国墓地、文峰塔春秋曾国墓地、郭家庙曾国墓地，枣阳曹门湾曾国墓地。这一系列的曾国考古新发现，不仅破解了曾国族属问题，还为曾侯乙编钟及其所反映的曾国音乐文化的形成和发展，提供了深远的历史背景。湖北省博物馆打破陈规，安排本书作者深入考古工地，及时提供资料采集和研究的便利条件，并允许不断出现的考古新发现增补到本书，也增加了本书的研究深度。

2008年8月，编委会与文物出版社协商出版事宜，该社编辑李红、张征雁、杨新改等人通览全稿，并提出了修改意见，后遇到多种缘故，项目未能如愿。

2012年12月，编委会与黄山书社达成了出版意向，黄山书社编辑刘媛媛、朱莉莉认真审稿，并提出书面意见，后因故未果。

2013年9月，金城出版社编辑欧阳云结识了本书策划人黄敬刚（时任中国艺术研究院音乐研究所副所长、副研究员），欣然表示乐于促成本书出版。在金城出版社社长王吉胜（兼任西苑出版社社长）、总编辑潘涛等领导的大力支持与推动下，本书的出版工作得以继续进行，并获得了2014年度国家出版基金资助。

2014年，是本书出版的冲刺阶段。执行主编冯光生多次通读全稿并调整、处理有关问题，梳理全书插图，改写部分章节，承担各种联系、推动工作。责任编辑欧阳云针对原稿出自多位作者而存在的结构缺陷和风格体例差异，建设性地对全书结构进行了通盘调整；删除了部分交叉重叠的内容；对一些专题内容提出了补充、改写意见；与执行主编共同完成了插图的编目整理工作，又整理编辑了图版部分。他不仅出色地完成了责任编辑的分内工作，还得力、有效地为提高本书的品质作出了重要贡献。

本书的发起人及项目管理者黄敬刚，为本书的编撰工作的运行开支投入百余万元资金。作为编委会办公室主任，他曾三上北京，六到武汉，并南下福州，联络出版事宜。正是他的奉献使本书得以起步、立项、运行和圆满完成。

编委会办公室工作人员向世旺、张桂芳、孙建新、李德敏、肖书章、刘庆华、陈沫等，心甘情愿地为本书的编纂做好后勤保障与服务工作。刘庆华、向世旺、肖书章、李德敏参加了资料拍摄的配合工作；刘庆华、陈沫承担了本书初稿的汇稿工作。作者和编务工作的会务活动和生活安排，都得到他们的细心照料。本书的面世，包括了他们默默无闻的劳动。

本书也得到多方面专家的热情帮助。中国科学院考古研究所杨泓研究员、中国艺术研究院音乐研究所王子初研究员的联名推荐，使本书得以列为2014年度国家重点出版计划。台北故宫博物院及王子初、李夏庭、蓝韶昱等机构和个人为本书提供了珍贵的图像资料，保障了本书的图文资料的丰富性和权威性。

谨此，我们一并向对本书付出贡献和关心过本书的所有机构和人士，致以衷心的感谢。

邹衡、舒之梅先生先于本书的付印已辞世多年。此书也寄予着全体编撰编务人员对他们的深深敬意和怀念。

上下求索，薪尽火传，此书也是我们对曾侯乙及其时代的创造者们由衷地膜拜。

本书编委会

2015年6月18日

[General Information]

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$
$$\square \square = \square \square \square \square \square \square \square \square$$
$$\square \square = 703$$
$$SS_{\square} = 1 \ 4 \ 0 \ 3 \ 0 \ 5 \ 7 \ 6$$
$$DX \square =$$
$$\square\square\square\square = 2015.07$$
[illegible]